

องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

19 ก.พ. 2540

ปริญญาณิพนธ์
ของ
วัชรชัย สวรรณไตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

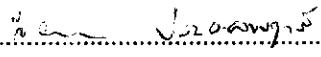
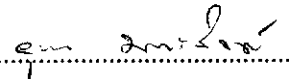
ตุลาคม 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

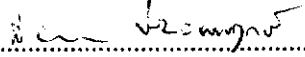
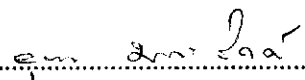
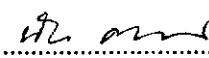
50121

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

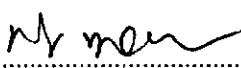
คณะกรรมการควบคุม

.....  ประธาน
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)
.....  กรรมการ
(อาจารย์ยุพา มานะจิตต์)

คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)
.....  กรรมการ
(อาจารย์ยุพา มานะจิตต์)
.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.นิภา ศรีไพโรจน์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

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

วันที่.....เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2539

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับเงินทุนช่วยเหลือการวิจัยจาก "ทุนสิรินธร" ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ได้ทรงกรุณาโปรดเกล้าพระราชทานมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อพระราชทานแก่นิสิตในการทำวิจัยทางการศึกษา นับเป็นพระกรุณาธิคุณอย่างหาที่สุดมิได้

วัชรชัย สุวรรณไทร

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความช่วยเหลือในการให้ข้อ
คิดเห็น ตลอดจนคำแนะนำแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ได้ดียิ่งจากรองศาสตราจารย์
ดร.ส. วาสนา ประवालพุกษ์ อาจารย์ยุพา มานะจิตต์ และรองศาสตราจารย์
นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา
เครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัย นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือ
และให้กำลังใจจาก อาจารย์รัชนิกร สุวรรณไตร ซึ่งทำให้การทำปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิรัชชัย สุวรรณไตร

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	8
2	ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	9
	ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของมนุษย์	12
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับความคิด.....	16
	การวิเคราะห์องค์ประกอบและผลงานวิจัย	35
	เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับสหสัมพันธ์และการสร้างสมการพยากรณ์	36
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	42
	ประชากร	42
	กลุ่มตัวอย่าง	42
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	44
	การสร้างและการทดลองใช้เครื่องมือ	51
	วิธีดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านความคิดที่สัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์	56
	การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	59
	วิธีวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	60

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	65
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐาน	67
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางการเรียน ฟิสิกส์	69
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่าง ตัวพยากรณ์และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์	76
ตอนที่ 4 หาสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานและคะแนนดิบ	77
ตอนที่ 5 ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดี ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนฟิสิกส์	80
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	82
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	82
กลุ่มตัวอย่าง	82
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
อภิปรายผล	84
ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม	87
ภาคผนวก	102
ประวัติย่อผู้วิจัย	195

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามโรงเรียน	43
2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน ต่าง ๆ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์	67
3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient) ของคะแนนจากแบบทดสอบความถนัดทั้ง 13 ฉบับ	69
4 ค่า Estimate Communality	70
5 ค่า Eigen value เพอร์เซ็นต์ความแปรปรวน เพอร์เซ็นต์ความ แปรปรวนสะสม	71
6 เมทริกซ์องค์ประกอบ (Factor Matrix) แสดงค่าน้ำหนัก องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งได้จากการ วิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธี Principal Component ก่อนหมุนแกน	72
7 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนฟิสิกส์ภายหลังการ หมุนแกนแบบ Orthogonal โดยวิธี Varimax	73
8 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่นและค่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด	75
9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวพยากรณ์และสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์	76
10 การทดสอบความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจาก ตัวพยากรณ์ทั้ง 3 ตัว ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 จำนวน 381 คน	77
11 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ($B_{\cdot\cdot}$) ค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของการพยากรณ์ ($SE_{\cdot\cdot}$) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ($SE_{\cdot\cdot}$) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)	79

ตาราง	หน้า
12 ค้นหาตัวพยางค์ที่ดี ในการพยางค์ผลลัพธ์จากการเรียน ฟิลิกส์	81
13 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบการคำนวณ	103
14 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหา	104
15 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบจัดประเภท	105
16 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบอุปมาอุปไมย	106
17 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบสรุปความ	107
18 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบการใช้ภาษา	108
19 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบคำตรงข้าม	109
20 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบความจำ	110
21 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบหมุนภาพ	112
22 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบซ้อนภาพ	113
23 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบประกอบภาพ	114
24 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบนับลูกบาศก์	115

ตาราง		หน้า
25	ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบตีความหมายจากข้อมูลหรือ กราฟ	116
26	ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยาก มาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบวิชาฟิสิกส์	117

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญา ในการเรียนฟิสิกส์	52
2	ลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์ แบบอิงกลุ่ม	54
3	ลำดับขั้นในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบด้านความถนัดทาง สติปัญญา ในการเรียนฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนฟิสิกส์	57

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษามาช้านานแล้ว โดยได้จัดให้มีการศึกษาในวิชาสาขาต่าง ๆ หลายสาขา และหลายระดับ อันจะมุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการนำความรู้ไปช่วยพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ เป็นพลเมืองดีของประเทศ และอยู่ในสังคมได้ด้วยความสะดวกสบาย ในบรรดาวิชาต่าง ๆ เหล่านี้ "วิทยาศาสตร์" นับเป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญ (พิทักษ์ รักษาพลเดช. 2514 : 27-28) แต่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้ผู้ได้รับการศึกษาบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ จุดมุ่งหมายดังกล่าว อนันต์ จันทรกีว ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รับสิ่งต่อไปนี้ (2523 : 5)

1. ความรู้และทักษะทางความคิด (Knowledge and Cognitive Skill)
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill)
3. ทศนคติ (Attitude)

ในบรรดาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดพิสิทส์จัดเป็นหัวใจ หรือรากฐานของวิชาอื่น ๆ เพราะพิสิทส์เรียนรู้ถึงความจริงขั้นพื้นฐานของสสารและพลังงาน ซึ่งจะต้องนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วัสดุศาสตร์ ฯลฯ (พรชัย พิชรินทร์ตะนกุล. 2525 : 555)

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประถมศึกษา เนื้อหาของวิชาจะเป็นลักษณะผสมผสานกันระหว่าง พิสิทส์ เคมี ชีววิทยา เมื่อถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาวิทยาศาสตร์ได้แยกออกเป็นสาขาต่าง ๆ คือ เคมี ชีววิทยาและพิสิทส์ โดยเริ่มต้นเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ซึ่งจัดว่าเป็นเรื่องใหม่ของนักเรียน โดยเฉพาะการศึกษา

ทางด้านฟิสิกส์ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์มีเครื่องผ่อนแรงในการทำงาน อันเป็นผลทำให้การดำรงชีวิตสะดวกสบายขึ้น เนื่องจากฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำความจริงที่ก้าวหน้ามาสู่โลก ในบางประเทศ เช่น สหภาพโซเวียต จึงกำหนดให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาเรียนฟิสิกส์อย่างน้อยสามถึงสี่ปี แทนที่จะเรียนเพียงปีเดียว

จากรายงานการประชุมของสหภาพฟิสิกส์และฟิสิกส์ประยุกต์ระหว่างชาติ (International Union of Physics and Applied Physics) ซึ่งได้มีการประชุม ณ กรุงริโอเดอจาไนโร ประเทศบราซิล ระหว่างวันที่ 1 - 6 กรกฎาคม 2516 สรุปผลการประชุมรายงานเสนอต่อองค์การยูเนสโกว่า วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ แต่การจัดการเรียนวิชาฟิสิกส์ยังไม่กว้างขวาง และยังไม่เป็นที่พอใจ การจัดส่วนมากประสบความสำเร็จล้มเหลวในการส่งเสริมความรู้ การสอนทฤษฎีใหม่ ๆ การสอนที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งเกี่ยวกับทางฟิสิกส์ และการให้นักเรียนได้รู้จักใช้วิธีการของฟิสิกส์ที่จำเป็นเพื่อใช้ในการทำงาน นอกจากนี้การดำเนินการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ยังไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศด้วย (ชวลิต วัฒนวงศ์. 2517 : 4-5; อ้างอิงมาจาก International Union of Physics and Applied Physics. 1982 : 14-15)

ในวงการศึกษปัจจุบันก็ยอมรับกันว่า การจัดการศึกษาที่ดีจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพราะธรรมชาติของเด็กแต่ละคนจะต้องมีบางสิ่งบางอย่างแตกต่างกันเสมอ เช่น แตกต่างกันตามสมรรถภาพสมอง (Mental Ability) บุคลิกภาพ (Personality) ทศนคติ (Attitude) ตลอดจนความสนใจและพฤติกรรมด้านอื่น ๆ ถ้าบุคคลได้ทำงานตรงกับความสามารถและพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น ก็จะเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในชีวิต และเสริมสร้างความเจริญก้าวหน้าให้แก่ประเทศ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2518 : 1) เนื่องจากเด็กแต่ละคนมีความถนัดทางการเรียนต่างกัน ดังนั้นในการที่เด็กแต่ละคนจะเลือกเรียนวิชาในสาขาวิชาใดนั้นจะต้องมีความสามารถบางอย่างซึ่งเหมาะสมที่จะเรียนในสาขาวิชานั้น ๆ ความสามารถดังกล่าวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมรรถภาพสมองของแต่ละบุคคล

ความสามารถนี้บางครั้ง ครู ผู้ปกครอง หรือแม้แต่ตัวนักเรียนเอง อาจไม่ทราบว่า ตนมีสมรรถภาพสมองเด่นด้อยในด้านใด จึงเป็นการยากที่จะเลือกเรียนสาขาวิชาใด ให้เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ดังนั้นการทดสอบความสามารถของ นักเรียนก่อนเข้าเรียน หรือก่อนเลือกวิชาเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพราะ จะทำให้ทราบว่านักเรียนคนใดมีความสามารถที่จะเรียนวิชาใดได้สำเร็จบ้าง ซึ่ง สอดคล้องกับความคิดเห็นของ สวิสดี ประทุมราช (2517 : 21) ว่าแบบทดสอบ วัดความถนัดสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ คือ คนที่มีความถนัดทาง ด้านใด มีแนวโน้มที่จะเรียนรู้ หรือทำงานทางด้านนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพ ดังนั้น แบบทดสอบวัดความถนัดจึงมีความสำคัญในการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาให้เหมาะสม กับความสามารถของตนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งถือว่าเป็น การศึกษาเพื่อสำรวจความสามารถ ความถนัดของนักเรียน ดังนั้น การใช้แบบ ทดสอบวัดความถนัดจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังที่ กมล สดประเสริฐ (2518 : 73) ว่า การศึกษาในระดับนี้ควรเน้นให้ผู้เรียนได้พบสิ่งที่ตนถนัดที่สุด แล้วช่วยส่งเสริมพัฒนา ความถนัดของแต่ละบุคคลให้มาก เพื่อจะได้นำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

จากการวิจัยของเอลเลียตพบว่า การเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับความกลัวที่จะไม่ได้เกรดดีความยากของวิชาฟิสิกส์และค่าระดับ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน (Walter. 1972 : 6336) นอกจากนี้ พูล ยังพบว่า นักเรียนเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มากกว่านักเรียนที่ไม่เลือก เรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์มีสติปัญญา ความถนัด และคะแนน เฉลี่ยสูงกว่านักเรียนพวกอื่น ๆ (Poole. 1969 : 151) เพราะฉะนั้นการที่ จะให้การเรียนประสบความสำเร็จนั้น นักเรียนควรจะเรียนตามความถนัด ความ สามารถของตนเอง

จากการศึกษาของ วิภา ภัทรมัย (2522 : 62-66) เกี่ยวกับ สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าสมรรถภาพสมองด้านคณิตศาสตร์ ด้าน

เหตุผล และด้านการตีความหมายจากข้อมูลส่งผลต่อผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ และจากการศึกษาของ สุชาติ ลีตระกูล (2524 : 67) ซึ่งได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษาและด้านเหตุผลสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .61 และ .71 ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่ามีส่วนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากปัจจุบันนี้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายหลายประการ ประการหนึ่งบ่งชี้ว่าต้องการให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สสวท. (ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีนานุเคราะห์. 2523 : 76-77) กำหนดไว้ 9 ข้อ คือ ทักษะในการสังเกต ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ ทักษะในการใช้บันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะในการจัดกระทำข้อมูล ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะในการสร้างสมมติฐาน ทักษะในการออกแบบการทดลอง ทักษะในการคิดคำนวณ และทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ ซึ่งจะเห็นว่าการเรียนฟิสิกส์ให้มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีความถนัดและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจากแบบวัดความถนัดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีด้วยกันหลายชนิด ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และศึกษาว่าแต่ละองค์ประกอบนั้นประกอบไปด้วยแบบทดสอบอะไรบ้าง และองค์ประกอบใดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์มากที่สุด เพื่อประโยชน์ในการนำแบบทดสอบไปใช้ในการคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนฟิสิกส์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการแนะแนวการศึกษาต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบว่าความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์นั้น มีองค์ประกอบด้านใดบ้าง เพื่อที่จะนำมาประกอบการพิจารณาส่งเสริมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

2. ทำให้ได้ผลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำหรับพยากรณ์ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จในการเรียนฟิสิกส์ อันจะเกิดประโยชน์ต่อการแนะแนวการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทย์-คณิต ที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ และกำลังศึกษาอยู่ในการศึกษา 2537 สังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 13,285 คน

✓ 2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทย์-คณิต ที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ และกำลังศึกษาอยู่ปีการศึกษา 2537 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีจำนวน 1,250 คน

3. ตัวแปร ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

ตอนที่ 1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ มีกำหนด 13 ตัวแปร คือ

1. แบบทดสอบทักษะในการคำนวณ
2. แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบจัดประเภท
4. แบบทดสอบอุปมาอุปไมย
5. แบบทดสอบสรุปความ



6. แบบทดสอบการใช้ภาษา
7. แบบทดสอบคำตรงข้าม
8. แบบทดสอบความจำ
9. แบบทดสอบหมนภาพ
10. แบบทดสอบชื่อนภาพ
11. แบบทดสอบประกอบภาพ
12. แบบทดสอบนับลูกบาศก์
13. แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

ตอนที่ 2 ตัวแปรที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์

1. ตัวแปรพยากรณ์ (Predictive variables) ได้แก่ ความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งหาได้จากการใช้ Factor Analysis วิเคราะห์องค์ประกอบของความถนัดทางสติปัญญา
2. ตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) ได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หมายถึง คะแนนจากการตอบแบบทดสอบวัดพฤติกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทอม 1 (ว.021) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

2. ความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการตอบแบบทดสอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้หมายถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความสามารถทางด้านทักษะในการคำนวณ หมายถึง ความคล่องแคล่วและแม่นยำในการคิดคำนวณตัวเลข ความสามารถทางด้านทักษะการคำนวณนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบทักษะการคำนวณ

2.2 ความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดคำนวณเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ได้ ความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 ความสามารถทางด้านการจัดประเภท หมายถึง ความสามารถในการแยกสิ่งต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความเหมือนและต่างกัน ด้านคุณสมบัติและลักษณะของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุปว่าสิ่งใดแตกต่างไปจากพวก ความสามารถทางด้านการจัดประเภทนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบจัดประเภท

2.4 ความสามารถทางด้านการอุปมาอุปไมย หมายถึง ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของของสองสิ่ง แล้วพิจารณาเทียบว่าสิ่งที่สามจะมีความสัมพันธ์กันดังโจทย์ให้ ซึ่งจะเป็นทำนองเดียวกับสองสิ่งแรก ความสามารถทางด้านการอุปมาอุปไมยนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบอุปมาอุปไมย

2.5 ความสามารถทางด้านการสรุปความ หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปจากสิ่งที่กำหนดให้ ความสามารถทางด้านการสรุปความนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบสรุปความ

2.6 ความสามารถทางด้านการใช้ภาษา หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้คำ ข้อความต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ความสามารถทางด้านการใช้ภาษานี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบการใช้ภาษา

2.7 ความสามารถทางด้านการค่าตรงข้าม หมายถึง ความสามารถในการหาค่าที่เกี่ยวข้องกับประโยค แต่มีนัยตรงข้ามกับค่าที่กำหนดให้มากที่สุด ความสามารถทางด้านการค่าตรงข้ามนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบค่าตรงข้าม

2.8 ความสามารถทางด้านการความจำ หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมไว้ซึ่งข้อเท็จจริง ตลอดจนเรื่องราวต่าง ๆ ไว้ในสมอง และระลึกได้เมื่อต้องการความสามารถด้านความจำนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบความจำ

2.9 ความสามารถทางด้านการหมุนภาพ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณารับรู้ภาพที่กำหนดให้ แล้วชี้บ่งจำแนกได้ว่าภาพนั้นเมื่อหมุนเปลี่ยนทิศทางในแนวราบแล้วจะมีลักษณะอย่างไร

2.10 ความสามารถทางด้านการช้อนภาพ หมายถึง ความสามารถ

ในการพิจารณาเห็นภาพกำหนดให้ ซึ่งเป็นภาพที่เกิดจากเส้นต่าง ๆ ลากตัดกัน
ว่าจะมีภาพใดซ่อนอยู่ โดยให้ภาพทั้งสองนั้นเหมือนกันทั้งในด้านทิศทางและขนาด
ความสามารถทางด้านซ่อนภาพนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบซ่อนภาพ

2.11 ความสามารถทางด้านการประกอบภาพ หมายถึง ความสามารถ
ในการพิจารณามองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของรูปภาพ ซึ่งเมื่อ
นำมาประกอบในทิศทางที่เหมาะสมแล้ว จะปรากฏเป็นรูปใด

2.12 ความสามารถทางด้านการนับรูปลูกบาศก์ หมายถึง ความ
สามารถในการพิจารณาแยกความซับซ้อนกันของลูกบาศก์เพื่อสามารถนับจำนวน
ของลูกบาศก์ได้ ความสามารถทางด้านการนับรูปลูกบาศก์นี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบ
การนับรูปลูกบาศก์

2.13 ความสามารถทางด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
หมายถึง ความสามารถในการอ่าน และแปลข้อมูลหรือกราฟได้ ความสามารถ
ทางด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ วัดได้ด้วยแบบทดสอบการตีความหมาย
จากข้อมูลหรือกราฟ

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์อย่างน้อย
1 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์สามารถทำนาย
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอ
เสนอรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของมนุษย์
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับความคิด
4. การวิเคราะห์องค์ประกอบ และผลงานวิจัย
5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับสหสัมพันธ์พหุคูณและการสร้างสมการ
พยากรณ์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่ง
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด การสังเกต และมีเหตุผล นอกจากนี้
ยังส่งเสริมให้รู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
(Burnett. 1953 : 19-24) ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ แอนเดอร์สัน
และ กูทนิค (Andersen and Koutnik. 1972 : 3) ที่กล่าวว่า ส่วนสำคัญ
ต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ คือกระบวนการศึกษา สืบค้น สังเกตและการสืบค้น
ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลกอันเป็นการสังเกตอย่างมีความหมาย นอกจากนี้สมาคม
American Association for Advancement of Science (AAAS) ได้
แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ (แน่งน้อย เพชรรัตน์.
2521 : 12 อ้างอิงมาจาก American Association for the Advance-
ment of Science. 1970 : 4)

1. ทักษะขั้นต้น (Basic Skills) ประกอบด้วย
 - 1.1 การสังเกต (Observing)
 - 1.2 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา (Using Space Time Relationships)
 - 1.3 การจัดจำแนก (Classifying)
 - 1.4 การใช้จำนวนเลข (Using Number)
 - 1.5 การวัด (Measuring)
 - 1.6 การสื่อความหมาย (Communicating)
 - 1.7 การทำนาย (Predicting)
 - 1.8 การสรุปอ้างอิง (Inferring)
2. ทักษะขั้นสูง (Integrate skills) ประกอบด้วย
 - 2.1 การจำแนกและการควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable)
 - 2.2 การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
 - 2.3 การสร้างสมมติฐานการทดลอง (Constructing Hypothesis)
 - 2.4 การวางแผนและการปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการสำรวจ สังเกต การสืบค้นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และใช้เหตุผลในการคิดพิจารณาสรุปข้อเท็จจริง ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเน้นเรื่องการเรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากการตั้งจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ของสมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกาไว้ดังนี้ (National Society for the Study of Education. 1947 : 28-29)

1. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Fact)
2. เพื่อให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concept)
3. เพื่อให้นักเรียนได้รู้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (Principle)

4. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ (Instrument Skill)
5. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill)
6. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Attitude)
7. เพื่อให้นักเรียนมีความพอใจและซาบซึ้งทางวิทยาศาสตร์ (Appreciation)
8. เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจทางวิทยาศาสตร์ (Interest)

ส่วนทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ได้ตั้งจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 2)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

ในการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามหลักสูตรของ สสวท จึงประสบความสำเร็จเมื่อได้บรรลุจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของฟิสิกส์
2. เข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาฟิสิกส์
3. เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางฟิสิกส์
5. เข้าใจถึงอิทธิพลของฟิสิกส์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของมนุษย์

2.1 ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Two-Factor theory) ชาลส์

สเปียร์แมน (Charles Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นผู้ให้กำเนิดทฤษฎีนี้ ตามทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า สมรรถภาพสมองของมนุษย์นั้นมียอดประกอบอยู่ 2 ประการ คือสมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานทั่ว ๆ ไป (General Factor) หรือ G-Factor กับสมรรถภาพโดยเฉพาะ (Specific Factor) หรือ S-Factor ในการแสดงออก ซึ่งความคิดเห็นหรือการกระทำใด ๆ ก็ตาม ย่อมต้องอาศัยองค์ประกอบทั้งสองประการนี้ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2518 : 5)

สมรรถภาพสมองทั่ว ๆ ไปที่เรียกว่า G-Factor นั้นจะมีสอดแทรกอยู่ในทุก ๆ อริยาบถของความคิดและการกระทำของมนุษย์ และมนุษย์ทุก ๆ คนมีสมรรถภาพสมองทั่ว ๆ ไปนี้แตกต่างกันออกไป มากบ้างน้อยบ้างในแต่ละบุคคล ส่วนสมรรถภาพโดยเฉพาะ (S-Factor) นั้น เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์เรามีความแตกต่างกัน และเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถพิเศษทางเครื่องยนต์กลไก ทางดนตรี และทางศิลปะวาดเขียน เป็นต้น

แต่จากการศึกษาของเคลเลอร์ (Anastasi. 1961 : 344-345; citing Kelley. 1935) พบว่าองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะอย่าง มิได้แยกเป็นอิสระจากกัน แต่จะมีองค์ประกอบร่วมระหว่างสององค์ประกอบดังกล่าวอยู่อีก เรียกว่าองค์ประกอบเป็นกลุ่ม (Group Factor) และองค์ประกอบที่เป็นกลุ่มนี้ประกอบด้วยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านตัวเลข ด้านความจำ และด้านความเร็ว

2.2 ทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple-Factor Theory)

เทอร์สโตน (Thurstone. 1958 : 121) ชาวอเมริกันเป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้ โดยมีความเชื่อว่าสมรรถภาพสมองของมนุษย์นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง เทอร์สโตน ได้ศึกษาองค์ประกอบทางสติปัญญาของมนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เมื่อ ค.ศ.1968 (De Cecco. 1968 :

100) พบว่าสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Ability) ของมนุษย์มีกลุ่มองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 7 องค์ประกอบ (Anastasi. 1961 : 345) คือ

1. ความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension)

องค์ประกอบสำคัญของแบบทดสอบด้านนี้ ได้แก่ ความเข้าใจในการอ่าน การรู้จักความหมายของคำที่คล้ายคลึงกัน ความเข้าใจในคำศัพท์ การจัดประโยคให้ถูกต้อง และเหตุผลทางภาษา

2. ความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency) พบได้ใน

แบบทดสอบเกี่ยวกับการสร้างคำจากอักษรที่กำหนดให้ การรู้จักจังหวะในการพูด การรู้จักชื่อของสิ่งของต่าง ๆ เช่น คำที่ขึ้นต้นด้วยอักษรเหมือนกัน

3. ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน (Number) เป็นความ

สามารถด้านการคำนวณปัญหาแบบง่าย ๆ ซึ่งรวมทั้งความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เหตุผลด้วย

4. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถ

ด้านนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงทางเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิม ซึ่งอาจจะต้องใช้องค์ประกอบด้านการจินตนาการร่วมด้วย

5. ความสามารถด้านความจำ (Associative Memory)

พบได้ในแบบทดสอบเกี่ยวกับการท่องจำสิ่งที่เป็นของคู่กัน สิ่งที่เป็นอนุกรมกัน หรือการจำตำแหน่งในมิติต่าง ๆ ของสิ่งของ และเป็นความจำที่สามารถระลึก หรือถ่ายทอดเรื่องนั้นออกมาได้

6. ความเร็วในการรับรู้ (Perception Speed) ได้แก่

การมองเห็นรายละเอียดความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. การมีเหตุผล (Induction หรือ General Reason-

ing) พบได้ในแบบทดสอบเกี่ยวกับสัญลักษณ์ หรือรูปภาพ โดยให้ผู้ทดสอบหาข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ออกมา หรือเป็นแบบทดสอบคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลก็ได้

ต่อมา กิลฟอร์ด (Guilford) ได้ศึกษาทฤษฎีทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เรียกว่าโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor-Analysis) ได้เสนอโครงสร้างหรือแบบจำลองของกิจกรรมหรือพฤติกรรมทางสมองเป็นแบบจำลอง 3 มิติ (Three Dimensions Model) (Anastasi. 1961 : 331-335) ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านเนื้อหา (Content) อาจจะเป็นสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความคิดซึ่งได้แก่

ภาพ (Figural)

สัญลักษณ์ (Symbolic) ซึ่งมีตัวหนังสือ ตัวเลข เป็นต้น

ภาษา (Semantic) ได้แก่คำต่าง ๆ

พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งได้แก่ ความต้องการ ทักษะ เป็นต้น

มิติที่ 2 ด้านวิธีการคิด (Operation) ซึ่งประกอบด้วย

การเรียนรู้และการเข้าใจ (Cognition)

การจำ (Memory)

การคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) คือการคิดหลายแง่หลายทาง

การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) คือการคัดเลือกทางที่ดีที่สุด

การประเมินผล (Evaluation)

มิติที่ 3 ด้านผลของการคิด (Product) ซึ่งประกอบด้วย

หน่วย (Unit)

จำพวก (Classes)

ความสัมพันธ์ (Relations)

ระบบ (Systems)

การแปลงรูป (Transformations)

การประยุกต์ (Implications)

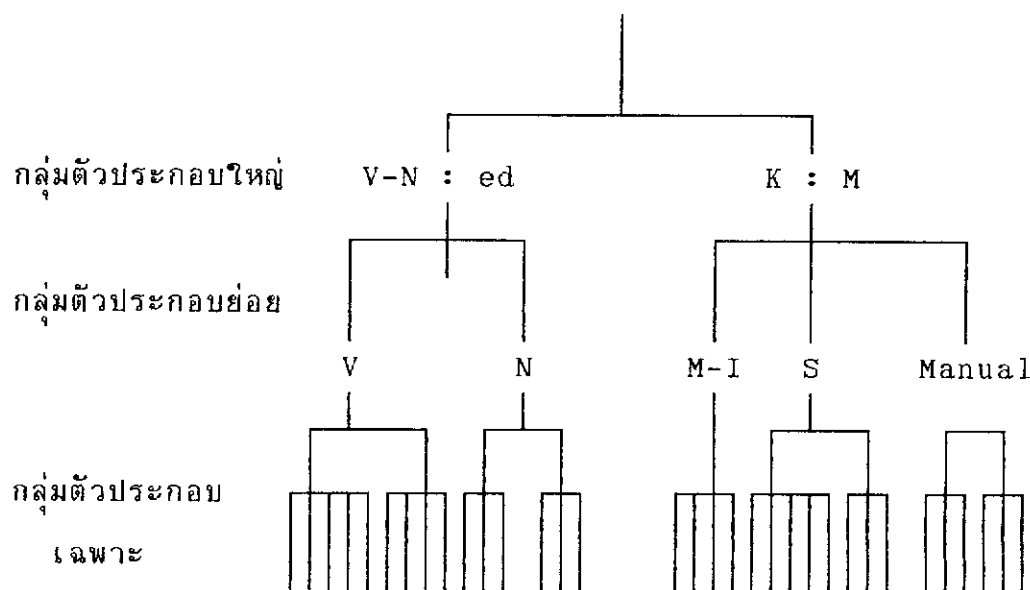
2.3 ทฤษฎีลำดับขั้น (Hierarchical Theory) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษซึ่งประกอบด้วยเวอร์นอน (Vernon) ทอมสัน (Thomson) และ เบอร์ต (Bert) ได้ทำการค้นคว้าทฤษฎีตัวประกอบ 2 ตัว ของ ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman) ปรากฏผลโดยสรุปได้ว่า สถิติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. สถิติปัญญาที่เป็นอิสระปราศจากการเรียนรู้และประสบการณ์ เป็นสถิติปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดหรือกรรมพันธุ์ ซึ่งเรียกว่า ฟลูอิด อบิลิตี้ (Fluid Ability) และ

2. สถิติปัญญาที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการเรียนรู้ เป็นสถิติปัญญาที่ได้รับจากประสบการณ์และการเรียนรู้จากสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต ซึ่งเรียกว่า คริสตอลไลซ์ อบิลิตี้ (Crystallized Ability)

ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่างค์ประกอบทางสมองของมนุษย์นั้นสามารถจัดเรียงลำดับขั้นได้ดังนี้ คือ ระดับสูง คือ องค์กรประกอบทั่ว ๆ ไป หรือ "g" ของ สเปียร์แมน ระดับต่อมามี 2 องค์กรประกอบใหญ่ คือ V - N : ed (Verbal education) กับ K : m (Practice-mechanical) จากองค์กรประกอบใหญ่ทั้งสององค์กรประกอบนี้ ได้แบ่งออกเป็นกลุ่มองค์กรประกอบย่อย ๆ อีก ได้แก่ ความเข้าใจในศัพท์ ความคล่องแคล่วในการใช้ภาษา ความเข้าใจในการใช้ภาษา ความเข้าใจตัวเลข ความเข้าใจในมิติต่าง ๆ ความเข้าใจในเครื่องจักรกล และความสามารถในการใช้มือ ระดับสุดท้ายแบ่งออกเป็นองค์กรประกอบเฉพาะอย่างอีกมากมาย นั่นคือองค์กรประกอบที่ใหญ่ที่สุด คือ องค์กรประกอบทั่วไป หรือ "g" ส่วนองค์กรประกอบเฉพาะ หรือ "s" เป็นองค์กรประกอบที่เล็กที่สุด (Anastasi. 1961 : 346) นักจิตวิทยากลุ่มนี้เสนอผังของระดับกลุ่มตัวประกอบ ดังนี้

General (G)



3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความถนัด

3.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความถนัด

ในศตวรรษที่ 20 ได้มีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถของบุคคลขึ้น โดยเริ่มจากการวัดเชาว์ปัญญาและได้มีวิวัฒนาการมาเรื่อย ๆ ต่อมา มีการดัดแปลงแบบทดสอบเชาว์ปัญญา เพื่อใช้คัดเลือกทหารในสงครามโลกครั้งที่ 1 หลังจากนั้นได้มีการสร้างแบบทดสอบความถนัด เพื่อนำมาใช้สอบคัดเลือกบุคคลเข้าทำงาน และศึกษาต่อ เพื่อให้ได้บุคคลเข้าทำงานตรงตามความสามารถของตน (Anastasi. 1961 : 9-16) ซึ่ง บิงแฮม กล่าวว่า ความถนัดทำให้รู้ถึงศักยภาพของบุคคล และการวัดความถนัดจะทำให้ทราบความสามารถอันเป็นผลมาจากกรรมพันธุ์ผสมกับประสบการณ์ และการฝึกหัดต่าง ๆ ในอดีตที่แฝงอยู่ในบุคลิกภาพ ซึ่งทำให้ทราบถึงสถานการณ์ในปัจจุบันของบุคคลที่จะชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในอนาคตได้ดียิ่งขึ้น (Bingham. 1937 : 1-17) ซึ่งสอดคล้องกับเฟอสต์ ที่กล่าวว่าสมรรถภาพสมองสามารถกำหนดได้โดยธรรมชาติ และประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่เด็กมีอยู่ (Furst. 1954 : 215-218) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

สมรรถภาพทางสมองเป็นสิ่งประกอบอันจำเป็นต่อการเรียนการสอน เพราะเป็นปัจจัยในการดำเนินไปสู่จุดหมายปลายทางได้ (Remmer. 1952 : 235-246)

ชวาล แพรัตกุล (2513 : 1-14) ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนชุดหนึ่ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งในมหาวิทยาลัยอินเดียนา พบว่า แบบทดสอบชุดนั้นมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกับเกรดเฉลี่ยของนักศึกษา เท่ากับ .5625

เฟอสต์ (Furst. 1950 : 614-625) ได้ศึกษาพบว่าความถนัดในการเรียนหรือเข้าวัดปัญญากับการพัฒนาการของพฤติกรรมบางประการ สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากความถนัดมีความสัมพันธ์กับผลการเรียน และพฤติกรรมของมนุษย์ จึงมีผู้สนใจและทำการวิจัยเรื่องนี้กันมาก

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1920 : 417-420) ได้ศึกษาข้อสอบความถนัดชุด อาร์มี แอลฟา (Army Alpha) ซึ่งทดสอบกับนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยเยล (Yale University) จำนวน 373 คน ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ยภาคเรียนแรกกับคะแนนความถนัดเท่ากับ .38 จอร์แดน (Jordan. 1920 : 354-358) ได้นำแบบทดสอบชุดเดียวกันนี้ไปทดสอบกับนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยอาร์แคนซอส (The University of Arkansas) จำนวน 485 คน ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความถนัดกับคะแนนเฉลี่ยปีที่หนึ่งเท่ากับ .49

แคมป์เบล (Campbell. 1965 : 862-863) ใช้แบบทดสอบความถนัดทั่วไป แบบทดสอบความถนัดด้านคณิตศาสตร์และแบบทดสอบอื่น ๆ เพื่อพยากรณ์เกรดเฉลี่ยสองปีของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ในมหาวิทยาลัยมินนิโซตาปรากฏว่าได้ค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .45 - .55 และโธมัส (Thomas. 1971 : 2495 - A - 2496 - A) ศึกษาเกี่ยวกับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาส่วนใหญ่เป็นคนผิวดำห้าแห่ง และมหาวิทยาลัยที่นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นคนผิวขาวอีกสิบแห่ง

ผลการศึกษาพบว่า ตัวทำนายเกรดเฉลี่ยภาคแรกของนักศึกษาเหล่านั้นที่ทำนายได้ดีที่สุดได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบความถนัดด้านภาษาและด้านคณิตศาสตร์

ในปี 1966 อิกแลนด์ (Egeland. 1966 : 388-389) ได้ทำการวิจัยพบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างเข้าปัญหาเกี่ยวกับทักษะการมองและความสามารถทางภาษา มีค่าระหว่าง .03 ถึง .47 โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรดสาม รัฐไอโอวา จำนวน 117 คน นอกจากนี้ ลอเรนต์ (Laurent. 1967 : 4167-4168) ได้พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อสอบเข้าปัญหาเกี่ยวกับการฟังของนักเรียนเกรดห้าเท่ากับ .73 และนักเรียนเกรดหก เท่ากับ .75 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเข้าปัญหาเกี่ยวกับการอ่านของนักเรียนเกรดห้าเท่ากับ .81 เกรดหกเท่ากับ .74

ลอเบอร์ (Lauber. 1957 : 18-26) ได้ศึกษาถึงความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบเข้าปัญหาของเวชสเลอร์ฉบับของเด็ก (Wechsler Intelligence Scale for Children) ที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนเลขคณิตซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ Iowa Tests of Basic Skills โดยทดสอบกับนักเรียนเกรดสามถึงเกรดหก จำนวน 775 คน ในรัฐไอโอวา พบว่าแบบทดสอบทั้ง 11 ฉบับ ของเวชสเลอร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนเลขคณิตอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีได้พบว่าแบบทดสอบความเข้าใจภาษา การคำนวณ ศัพท์ การจำตัวเลข การจัดบล็อก การประกอบชิ้นส่วน และการลงโค้ด เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี และได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .76 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ต่อมาในปี 1959 สตินสัน (Stinson. 1959 : 103-104) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน Differential Aptitude Test (DAT) พยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียนในเมือง เมเปิลวูด รัฐมิสซูรี (Maplewood Miszuri) จำนวน 69 คน ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (DAT) ด้านภาษาเท่ากับ .45 ตัวเลข .55 เหตุผล

.34 มิตีสัมพันธ์ .48 และในปี 1965 เกรย์ (Gray. 1965 : 352-354) ได้นำแบบทดสอบ (DAT) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบเหตุผลเชิงภาษา แบบทดสอบสะกดคำ และแบบทดสอบการสร้างประโยค มาศึกษากับนักเรียนที่ ฟอรัท บิสส์ (Fort Biss) ผลปรากฏว่าแบบทดสอบเหตุผลเชิงภาษาสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้ดีที่สุด คลิฟฟอร์ด (Clifford. 1968 : 31) ได้กล่าวถึงผลวิจัยของมิลฮอลแลนด์ ซึ่งศึกษาแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (DAT) และได้ผลการวิจัยสอดคล้องกับสตินสัน โดยพบว่าเครื่องมือที่ดีในการทำนายการเรียนต่อของนักเรียนในระดับมัธยม ได้แก่แบบทดสอบเหตุผลเชิงภาษา (Verbal Reasoning) ตัวเลข (Number Ability) เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) และมิตีสัมพันธ์ (Spatial Relations) ต่อมาเบนเนตต์ และเพื่อน (Benneth and Friends. 1956 : 81-91) ศึกษาแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (DAT) ปรากฏว่าได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนคณิตศาสตร์กับภาษาเท่ากับ .70 สัมพันธ์กับตัวเลขเท่ากับ .65 และสัมพันธ์กับมิตีสัมพันธ์เท่ากับ .53

อีวาลด์ (Ewald. 1961 : 800) ได้ใช้แบบทดสอบความถนัด DAT กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน American College Test (ACT) ทดสอบนักเรียนไฮสกูลในรัฐไอโอวา จำนวน 158 คน และนักเรียนชั้นปีที่ 1 ในวิทยาลัยอีก 55 คน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของแบบทดสอบสองชุดนี้ โดยใช้เกรดเฉลี่ยจากโรงเรียนมัธยม ซึ่งได้มาจากวิชาภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ธุรกิจศึกษา และการศึกษาเกี่ยวกับวิชาชีพ เป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความถนัด แต่ละฉบับกับเกรดเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ .032 - .722 และพบว่าการใช้แบบทดสอบย่อยจากแบบทดสอบความถนัด DAT จะทำนายเกรดเฉลี่ยจากโรงเรียนมัธยมได้ดีกว่าแบบทดสอบ ACT นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของเกรย์ที่ว่า แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านภาษา เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดในระดับมัธยมศึกษา

มาทิส (Mathis. 1973 : 3391-3392) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ACT ในการพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนในระดับมหาวิทยาลัยของนักเรียนในกลุ่ม แอปพาလာเชียน เคนตักกี (Appalachian Kentucky) จำนวน 1,127 คน ซึ่งเป็นชาย 705 คน หญิง 422 คน โดยใช้เกรดเฉลี่ยในเทอมแรก และเกรดเฉลี่ยในปีแรกของการเรียนเป็นตัวเกณฑ์ ผลปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ ACT กับเกรดเฉลี่ยในระดับมหาวิทยาลัยมีค่าระหว่าง .28 ถึง .54 ในกลุ่มนักศึกษาชาย ค่าระหว่าง .35 ถึง .45 ในกลุ่มนักศึกษาหญิง และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .64 ในกลุ่มนักศึกษาชาย เท่ากับ .72 ในกลุ่มนักศึกษาหญิง

เคลเลอร์ และลอรี (Keller and Rawley. 1964 : 167-170) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรดเจ็ด แปด และเก้า ในเมืองน็อกซ์วิลล์ รัฐไอโอวา พบว่าสำหรับนักเรียนเกรดเจ็ด (นักเรียนชาย 80 คน หญิง 65 คน) ความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายมีค่า .72 นักเรียนหญิงมีค่า .68 และความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับเลขคณิตของนักเรียนชาย มีค่า .68 นักเรียนหญิง .62 สำหรับเกรดแปด (ชาย 57 คน หญิง 49 คน) ความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายเท่ากับ .81 นักเรียนหญิงเท่ากับ .68 และความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับเลขคณิตนักเรียนชายเท่ากับ .70 นักเรียนหญิงเท่ากับ .73 และนักเรียนเกรดเก้า (ชาย 50 คน หญิง 65 คน) ความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติพื้นฐาน (Natural Science Background) นักเรียนชายเท่ากับ .58 นักเรียนหญิงเท่ากับ .74 และความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญากับความคิดทางจำนวนเลข (Quantitative Thinking) นักเรียนชายเท่ากับ .68 นักเรียนหญิงเท่ากับ .61

สมิธ (Smith. 1963 : 39-42) ได้ใช้แบบทดสอบ School and College Ability Test Battery (SCAT) และ California Test Battery (CTB) ซึ่งทั้งสองชุดต่างก็ประกอบด้วยแบบทดสอบด้านภาษา และด้าน

ตัวเลขเป็นตัวพยากรณ์ ปรากฏค่าสหสัมพันธ์ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์กับแบบทดสอบ CTB ด้านตัวเลขเท่ากับ .74 และแบบทดสอบ SCAT
ด้านตัวเลขเท่ากับ .46 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับแบบทดสอบ CTB
ด้านภาษาเท่ากับ .34 และกับแบบทดสอบ SCAT ด้านภาษาเท่ากับ .43

เกรช (Krech. 1969 : 652-653) ได้กล่าวว่า การหาความ
เที่ยงตรงของแบบทดสอบสติปัญญาอาจทำได้จากแบบทดสอบสติปัญญาด้วยกัน และ
ได้ผลการวิจัยว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสติปัญญาฉบับของ
เวซสเลอร์ กับของแอสตันฟอร์ด - บิเน็ต (Stanford Binet) มีค่าเท่ากับ .80
และเมื่อนำไปหาความเที่ยงตรงกับแบบทดสอบสมรรถภาพสมองฉบับอื่น ๆ ได้ค่า
สหสัมพันธ์ระหว่าง .60 ถึง .70 ค่าความเที่ยงตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
.50 ถ้าคะแนนแบบทดสอบนั้นมีความเป็นปรนัย จะให้ค่าความเที่ยงตรงสูงขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2524 : 174 - 204) ได้ศึกษารูปแบบผลการเรียน
ในโรงเรียน พบว่า ความถนัดเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนมาก โดย
มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งโดยตรงและทางอ้อมต่อผลการเรียน ค่าสห-
สัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาสังคมศึกษาเท่ากับ .40

นอกจากนี้ กู้เกียรติ เอียวเจริญ (2528 : 95) ได้ศึกษาความสัมพันธ์
ระหว่างสมรรถภาพบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมวดวิชาสามัญหมวด
วิชาพลศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งหมดของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา
ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2527 จากการศึกษาพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง
แบบทดสอบสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดมีค่าเป็นบวกอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และสัมประสิทธิ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบ
สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมวดวิชาสามัญ หมวดวิชาพลศึกษา
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งหมดมีค่า .6215 .6403 และ .7267 ตาม
ลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างสูง

3.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบที่ไม่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถหนึ่งในบรรดาความสามารถพื้นฐานทางสมอง 7 อย่าง (Primary Mental Abilities) เซทท์และพิดเจียน (Smith. 1964 : 29 อ้างอิงมาจาก Yate & Pidgeon) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ใช้ในการทำนายได้ดีนั้น จำเป็นต้องมีแบบทดสอบมิติสัมพันธ์รวมอยู่ด้วยเสมอ

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปนั้น มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เป็นต้นว่า แบบทดสอบ Army General Classification Test (AGCT) เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงเพิ่มเติมจากแบบทดสอบ Army Alpha ที่ใช้ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยการนับลูกบาศก์

แบบทดสอบ Armed Forces Qualification Test (AFQT) วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบประกอบภาพ

แบบทดสอบ Primary Mental Ability (PMA) ของเธอร์สตัน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ 2 มิติ บนพื้นราบ แบบทดสอบ 3 มิติ แบบเล็งทิศทางแบบตัดกระดาษและนับลูกบาศก์ (Cronbach. 1970 : 326-327)

แบบทดสอบ Differential Aptitude Test (DAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพของสมาคมจิตวิทยาของสหรัฐ ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ (Nunnally. 1964 : 233)

นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบ Multiple Aptitude Test (MAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพ สำหรับนักเรียนเกรด 7-13 (ระดับวิทยาลัยปีที่ 1) ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 ชนิด คือ แบบทดสอบวิทยาศาสตร์ประยุกต์และเครื่องจักรกล แบบทดสอบประกอบภาพใน 2 มิติ และแบบทดสอบประกอบภาพใน 3 มิติ (Siegel & Raskin. 1959 : 4)

ล้วน สายยศ (2513 : 107-117) แบ่งลักษณะแบบทดสอบด้าน
มิติสัมพันธ์ไว้ 10 แบบ คือ

1. แบบทดสอบซ้อนภาพซึ่งแบ่งเป็นแบบทดสอบซ่อนเดี่ยวและ
ซ่อนคงที่
2. แบบทดสอบซ้อนภาพ
3. แบบทดสอบแยกภาพ
4. แบบทดสอบประกอบภาพ
5. แบบทดสอบหมุนภาพ
6. แบบทดสอบประกอบภาพสามมิติ
7. แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์
8. แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ
9. แบบทดสอบการนับลูกบาศก์
10. แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 76-78) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles)
ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากนักเรียนชั้น ป.7, ม.ศ.3 และ
ม.ศ.5 ปีการศึกษา 2513 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 883 คน ใช้แบบทดสอบ
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบ
ตัดกระดาษ ซ้อนภาพ ประกอบภาพ นับรูปลูกบาศก์ ซ้อนภาพ ต่อภาพ หาด้าน
ตรงข้ามและใช้แบบหมุนภาพของเทอร์สโตนอีก 1 ฉบับ พบว่าในแบบทดสอบ
ซ้อนภาพและนับลูกบาศก์นักเรียนระดับชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถมากกว่า ส่วน
แบบตัดกระดาษ หมุนภาพ ประกอบภาพ ซ้อนภาพ ต่อภาพ และหาด้านตรงข้าม
จากลูกบาศก์นั้น นักเรียนชั้น ม.ศ.3 และ ม.ศ.5 มีความสามารถเหนือกว่า
นักเรียนชั้น ป.7 แต่นักเรียนชั้น ม.ศ.3 และ ม.ศ.5 มีความสามารถไม่
แตกต่างกัน และพบว่านักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงใน
แบบทดสอบ

ซีเกล (Segel. 1957 : 645-705) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของ

แบบทดสอบความถนัดของนักเรียนเกรดเก้า จำนวน 57 คน พบว่าแบบทดสอบ
มิติสัมพันธ์มีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .50

ส่วน มอนโร (Monroe. 1935 : 7-17) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความ
สัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับความสามารถทั่วไป
(General factor) ภาษา และมิติสัมพันธ์ ซึ่งปรากฏผลว่าค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถทั่วไปเท่ากับ .74 กับภาษาเท่ากับ
.19 และกับมิติสัมพันธ์เท่ากับ .21

ต่อมา ฮิลการ์ด (Hilgard. 1957 : 432) ได้กล่าวถึงการวิจัย
ค้นคว้าของกูดแมน ที่ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์แขนงวิชาเคมี กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล มิติสัมพันธ์ ภาษา
และความจำ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 113 คน เป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัย
ผลจากการศึกษาพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิชาเคมีกับความสามารถด้านเหตุผล
เท่ากับ .43 มิติสัมพันธ์เท่ากับ .25 ภาษาเท่ากับ .28 และความจำเท่ากับ .25
ซึ่ง ฟรีแมน (Freeman. 1975 : 3544) ก็ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้เช่นกัน
และพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีกับพืชคณิตของ
นักเรียนหญิง มีค่าเท่ากับ .70 และเคมีกับความสามารถด้านตัวเลข มีค่าเท่ากับ
.59 ส่วนนักเรียนชายนั้นพบว่าตัวแปรที่มีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับเคมี คือ พืชคณิต มี
ค่าเท่ากับ .55

ในปี 1964 สมิธ (Smith. 1964 : 408) ได้ศึกษาความเที่ยงตรง
ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (M.H. Space Test 1) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น
นักเรียนมัธยมศึกษา (Grammar School) จำนวน 71 คน ที่เรียนวิทยาศาสตร์
พบว่าผลการเรียนปีแรกก็มีสหสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์สูงกว่าสห-
สัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษา

บราวน์ และจอห์นสัน (Brown and Johnson. 1952 : 3-4)
พบว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการมองเห็นมิติแบบต่าง ๆ (Spatial

Visualization) และสมรรถภาพทางสมองทางด้านนี้ช่วยแยกความถนัดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

สามารถ วีระสัมพันธ์ (2512 : 26) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าแบบทดสอบข้อรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์ .2723 และการนับรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์ .2880

มัทณี อินทะนา (2527 : 65-67) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 10 แบบ ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้ง 10 แบบกับตัวเกณฑ์มีค่าเท่ากับ .4834 และแบบทดสอบแบบประกอบภาพมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงที่สุด

จากทฤษฎีและเอกสารรายงานการวิจัยที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คือคนที่ถนัดทางวิทยาศาสตร์ และฟิสิกส์ก็จะเป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง น่าจะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงด้วย ในการแก้โจทย์ทางฟิสิกส์ ก็จำเป็นต้องอาศัยการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ อันจะช่วยแก้ปัญหาให้ถูกต้องและง่ายขึ้น

3.3 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านภาษา

ภาษาเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการเรียนรู้ ในกระบวนการคิดใด ๆ ก็ตาม ภาษาย่อมมีบทบาทสำคัญที่สุด (Brune. 1953 : 156) สปิตเซอร์ (Spitzer. 1935 : 19) กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ผลดีนั้นควรเน้นความหมายและความเข้าใจภาษาด้วย นอกจากนี้ กรีซ (Greez. 1941 : 22) ได้กล่าวว่าในการแก้ปัญหาโจทย์เลขไม่ใช่แต่เพียงต้องการความสามารถด้านทักษะ

ในการคำนวณเท่านั้น แต่ยังต้องการทักษะอื่น ๆ อีก คือ ทักษะในการอ่านคำสั่ง ก็เป็นสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหา และพบว่านักเรียนที่ด้อยในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ มีแนวโน้มที่จะอ่อนในด้านคำศัพท์ทั่วไปอยู่ด้วย จากการศึกษาของ เวอร์เคลลิน พบว่า สมรรถภาพสมองที่จะใช้พยากรณ์คณิตศาสตร์ได้ดี มีสมรรถภาพทางสมองทางด้านภาษารวมอยู่ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บราวน์ และ จอห์นสัน (Brown and Johnson. 1965 : 3-4) ที่ว่าองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจภาษา และผู้ที่จะเป็นนักคณิตศาสตร์ได้ดีจะต้องมีความสามารถในการอ่านเข้าใจความหมายทางภาษาได้ดีด้วย

แบลค (อนุสรณ์ สกุลคุ. 2520 : 12; อ้างอิงมาจาก Black. 1949 : 2) มีความเห็นว่าภาษาประกอบขึ้นด้วยถ้อยคำ ความหมายและระเบียบการจัดถ้อยคำ หรืออีกนัยหนึ่งคือระเบียบในการสื่อความ

เนื่องจากภาษามีความสำคัญ ดังนั้นในชุดแบบทดสอบของ Flanagan Aptitude Classification Test (FACT) (Flanagan. 1959 : 24) ที่ใช้ในการคัดเลือกนักฟิสิกส์จึงมีแบบทดสอบทางภาษารวมอยู่ด้วย คือแบบทดสอบการใช้ภาษา และการใช้คำ

บราวน์ และจอห์นสัน (Brown and Johnson. 1965 : 3-4) ใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายฉบับ เพื่อค้นหาองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้ดี จะต้องมีความสามารถในการอ่านและเข้าใจความหมายของภาษาได้ดีด้วย

เบนเนต และคนอื่น ๆ (Bennet and others. 1956 : 81-91) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง (DAT) พบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดคือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .70 ส่วนของฮิลล์ (Hill. 1957 : 615-622) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง

สมรรถภาพสมองด้านภาษากับเกรดเฉลี่ยคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .28 และในปีเดียวกันนี้เอง คราวเดอร์ ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโฮลซิงเกอร์ - คราวเดอร์ ยูนิ - แฟคเตอร์ (Holzinger - Crowder Uni - Factor Tests) พบว่า แบบทดสอบชุดนี้สมรรถภาพสมองด้านภาษา มีความเที่ยงตรงต่อคณิตศาสตร์เท่ากับ .51

สมิท (Smith. 1963 : 39-42) ได้ใช้แบบทดสอบด้านภาษาจาก เอส ซี เอ ที (SCAT = School and College Ability Test Battery) และ ซี ที บี (CTB = California Test Battery) พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามลำดับดังนี้คือ .43 และ .34

สโตรบริดจ์ (Stowbridge. 1967 : 1014-A) ได้ทำการศึกษานักเรียนเกรด 7 เกรด 8 และเกรด 9 พบว่าความสามารถด้านภาษา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 26) พบว่า แบบทดสอบภาษาประเภท คำตรงข้ามกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์ 0.4768

ด้าย เชียงฉี (2519 : 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านภาษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ.3 ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้ค่า $r = .58$

จะเห็นได้ว่า ความสามารถทางด้านภาษาก็คือเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียน ฟิสิกส์ เพราะการแก้โจทย์ฟิสิกส์นักเรียนจะต้องใช้ภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องในการตีความหมายโจทย์

3.4 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถด้านเหตุผล

แบล็ก (ปีชรัตน์ ก้องกิตต์ไพศาล. 2513 : 6; อ้างอิงมาจาก Black. 1955) ได้กล่าวถึงตรรกศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่ศึกษาถึงการให้เหตุผล อันเป็นลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของการคิดที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ทุกแขนง เป็นความสามารถในการสรุปความรู้ใหม่จากความรู้เดิม ความสามารถนี้จะเกิดจากประสบการณ์และสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของโกเฮน ที่ว่า ตรรกศาสตร์เป็นการศึกษาถึงการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง และเป็นผลสรุปจากข้อกำหนดที่เขายอมรับ

สมรรถภาพสมองด้านการคิดหาเหตุผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งใน 7 องค์ประกอบ ของสมรรถภาพสมองที่เชอร์สโตนได้กล่าวไว้ (Anastasi. 1961 : 341-345; อ้างอิงมาจาก Thurstone. 1938) ซึ่งเชอร์สโตน (Johnson. 1955 : 410 อ้างอิงมาจาก Thurstone. 1943) ได้หาค่าสหสัมพันธ์ของการคิดหาเหตุผลกับความสามารถด้านต่าง ๆ ของเด็กอายุ 10-18 ปี พบว่าการคิดหาเหตุผลมีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านจำนวน = .54 ด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ = .48 ด้านภาษา = .548 ด้านมิติสัมพันธ์ = .389 ด้านความจำ = .389 และด้านความสามารถทั่ว ๆ ไป = .843

ริชาร์ดสัน และริชาร์ดสัน (Richardson and Richardson. 1973 : 20-21) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นความสามารถทางสติปัญญา ด้านหนึ่งของมนุษย์ และกระบวนการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากสมมติฐานเรียกว่า การให้เหตุผลเชิงอนุมาน

ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2522 : 97-117) ได้แบ่งแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลไว้ 5 แบบ คือ แบบการจำแนกประเภท แบบอุปมาอุปไมย แบบอนุกรมมิติภาพ แบบสรุปความ แบบตัวร่วมหรือวิเคราะห์

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสาเริง บุญเรืองรัตน์ (2518 : 31-44) ได้

แบ่งแบบทดสอบความถนัดด้านเหตุผลไว้ 5 แบบ คือ แบบทดสอบด้านการจัด
เข้าพวก (Classification) แบบทดสอบด้านอุปมาอุปไมย (Analogy)
แบบทดสอบด้านสรุปความ (Inference) แบบทดสอบอักษรเรียงลำดับ (Letter
Series) และแบบทดสอบเรียงลำดับภาพ (Figuring)

ส่วนบุญชม ศรีสะอาด (2524 : 90-97) ได้แบ่งแบบทดสอบความ
สามารถด้านเหตุผลออกเป็น 6 แบบ คือ แบบอุปมาอุปไมย (Analogy) แบบจัด
ประเภทหรือจัดเข้าพวก (Classification) แบบสรุปความ (Inference)
แบบเรียงอันดับ (Series) แบบแผนภาพทางตรรกศาสตร์ (Logical Dia-
grams) และแบบวิเคราะห์เหตุผล (Analytical Reasoning)

สเปียร์แมน (Spearman. 1927) เป็นผู้หนึ่งที่สนใจศึกษาความ
สามารถด้านเหตุผลเชิงอุปมาอุปไมยด้วยเหตุผลหลายประการ ประการที่สำคัญ
ที่สุดก็คือ เพื่อใช้ในการอ้างอิงว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองมีสหสัมพันธ์กัน
สูงกับองค์ประกอบความสามารถทั่วไป แบบทดสอบที่เขาสนใจศึกษาคือแบบทดสอบ
วัดเหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงอุปมา
อุปไมยมีสหสัมพันธ์กันสูงกับองค์ประกอบความสามารถทั่วไป โดยปรากฏผลดังนี้
สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอุปมาอุปไมยของโอตีส (Otis) กับองค์ประกอบ
ความสามารถทั่วไป มีค่า .79 แบบทดสอบอุปมาอุปไมยของโอตีสอีกฉบับกับ
องค์ประกอบความสามารถทั่วไป มีค่า .84 และแบบทดสอบอุปมาอุปไมยของ
คาโรเทอร์ส (Carothers) กับองค์ประกอบความสามารถทั่วไปมีค่า .71
ดังนั้นเขาจึงสรุปว่าแบบทดสอบอุปมาอุปไมยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบ
ความสามารถทั่วไป

ต่อมาแคทเทล (Cattell. 1971) ได้นำองค์ประกอบความสามารถ
ทั่วไป ตามทฤษฎีของสเปียร์แมน (Spearman) มาแยกออกเป็น Crystallized
Ability หรือ gc กับ Fluid Ability หรือ gf เขากล่าวว่า Fluid
Ability นี้ สามารถวัดได้ดีกับแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ (Figural

Analogies) และแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาษาที่ความยากของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของคำ (Word) มากกว่าขึ้นอยู่กับคำศัพท์ (Vocabulary) Fluid Ability มีลักษณะใกล้เคียงกับองค์ประกอบความสามารถทั่วไปของสเปียร์แมน (Spearman) มากที่สุด

เทอร์สโตน (Thurstone. 1958) ได้ศึกษาแบบทดสอบอุปมาอุปไมยเพื่อใช้อธิบายและอ้างอิงถึงทฤษฎีเชาว์ปัญญา ซึ่งทฤษฎีของเทอร์สโตนมีชื่อว่า ทฤษฎีความสามารถทางสมองเบื้องต้น (Primary Mental Abilities) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเขาพบว่า ในแบบอุปมาอุปไมยภาษา มีองค์ประกอบด้านการรับรู้ .42 ในแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ มีองค์ประกอบด้านการรับรู้ .44 ในแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาษา มีองค์ประกอบด้านภาษา .60 ในแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ มีองค์ประกอบด้านภาษาเล็กน้อย ในแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ มีองค์ประกอบด้านเหตุผล .39 และในแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาษา มีองค์ประกอบด้านเหตุผลเล็กน้อย

อดัมส์ (Adams. 1964 : 124-134) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดหาเหตุผล และพบว่าประกอบด้วยสมรรถภาพด้านเหตุผลโดยทั่วไป ด้านการคิดหาเหตุผลแบบอนุमान และด้านความสัมพันธ์ของการคิด

สตินสัน (Stinson. 1959 : 103-104) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัด (DAT) เป็นตัวพยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียนจากเมืองแมเปิลวูด รัฐมิสซูรี (Maplewood, Missouri) พบว่าแบบทดสอบด้านเหตุผลกับเกรดเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กันเท่ากับ .34 ส่วน คลิฟฟอร์ด (Clifford. 1968 : 31) รายงานการวิจัยของมิลฮอลแลนด์ (Milholland) ว่า เหตุผลเชิงภาษา และเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นแบบทดสอบที่ดีในการทำนายการเรียนต่อของนักเรียนระดับมัธยม

สวาร์ตซ์ อ่อนนาค (2511 : 26) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล พบว่า สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์กันเท่ากับ .2973

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 26) พบว่า สมรรถภาพสมองทางด้านเหตุผลด้านการจัดเข้าพวก กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์ .2620 และอุปมาอุปไมยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีสหสัมพันธ์กันเท่ากับ .4080

ดังนั้น ความสามารถด้านเหตุผล เป็นความสามารถหนึ่งที่สำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์และวิชาชีพ ซึ่ง เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งก็ น่าจะมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพด้านเหตุผล ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดเข้าพวกและอุปมาอุปไมย

3.5 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถด้านความจำ

กิลฟอร์ด (Guilford. 1956 : 211) ให้นิยามความจำว่าหมายถึง ความสามารถที่จะเก็บหน่วยความรู้ไว้ และนำหน่วยความรู้นี้ออกมาใช้ได้ในลักษณะเดียวกันกับที่เก็บเข้าไว้

อดัมส์ (Adams. 1964 : 9-10) ได้ให้ความหมายของคำว่าความจำไว้ว่าหมายถึง สภาวะทางสมองที่จะเอื้ออำนวยให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหนึ่ง โดยอาศัยผลการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหนึ่งที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีตได้อย่างถูกต้อง นั่นคือในขั้นที่หนึ่งอินทรีย์ตอบสนองต่อสิ่งเร้าหนึ่ง ขั้นที่ 2 สิ่งเร้าหนึ่งจะหยุดเร้าไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง ขั้นที่ 3 สิ่งเร้าหนึ่งกลับมาเร้าอีกครั้งหนึ่ง และอินทรีย์ได้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าหนึ่ง ถ้าการตอบสนองนี้ได้อาศัยการตอบสนองที่เคยเกิดมีมาแล้วในขั้นที่ 1 ได้อย่างถูกต้อง แสดงว่าจำได้ ความสามารถด้านความจำดูได้จากความยาวของระยะเวลาในขั้นที่ 2 และความถูกต้องของการตอบสนองในขั้นที่ 3 ถ้าระยะเวลานานและการตอบสนองถูกต้องใกล้เคียงกว่า แสดงว่าความสามารถด้านความจำสูงกว่า

เทอร์สโตน (Thurstone. 1958 : 121) กล่าวว่าสมรรถภาพสมองด้านความจำ เป็นสมรรถภาพด้านการระลึก และจดจำเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้ถูกต้องแม่นยำ

ความสามารถด้านความจำเป็นความสามารถที่จำเป็นในกิจกรรมทางสมองทุกแขนง (Guilford 1956 : 211) ความสามารถในการรับรู้ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการสัมพันธ์ความคิด ตลอดจนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมาน จะต้องขึ้นอยู่กับความสามารถด้านความจำอยู่ส่วนหนึ่งเสมอไป (Guilford. 1956 : 108)

อินเกอร์ซอลล์ และปีเตอร์ (Ingersoll and Peters. 1966 : 931-937) ได้ใช้แบบทดสอบ GATB สำหรับแนะแนวนักเรียนทางด้านการเรียนในรัฐไอโอวา พบว่าความสามารถทางด้านความจำกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .636

นอกจากนี้ สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 26) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าความจำกับวิทยาศาสตร์มีค่าสหสัมพันธ์ .307

ความสามารถด้านความจำในความสามารถที่จำเป็นต่อกิจกรรมทางสมองทุกแขนง ผู้ที่เรียนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล และการสัมพันธ์ความคิดก็จะต้องอาศัยความสามารถด้านความจำอยู่ด้วย และฟิสิกส์ก็เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล

3.6 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถด้านตัวเลขหรือคณิตศาสตร์

แอกเคอร์สัน (Ackerson. 1966 : 44) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ (ซึ่งแยกเป็น ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา) กับวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิชาคณิตศาสตร์ใช้แบบทดสอบ SMSG วิชาฟิสิกส์ใช้แบบทดสอบ

PSSC วิชาเคมีใช้แบบทดสอบ CAB และวิชาชีววิทยาใช้แบบทดสอบ BSCS ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีพื้นฐานคณิตศาสตร์ นั่นคือวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาโร (Sharo. 1962 : 1291) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาฟิสิกส์กับคณิตศาสตร์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

นอกจากนี้ อินเกอร์ซอลล์ และปีเตอร์ (Ingersoll and Peters. 1966 : 931-937) ได้ศึกษาถึงการที่ใช้แบบทดสอบความถนัด GATB พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ความสามารถในการคำนวณ และสมรรถภาพสมองทางด้านการคำนวณ กับวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .549

คิลแพทริก (Kilpatrick. 1969 : 523-525) กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เต็มไปด้วยปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการความรู้ที่มีอยู่กับสถานการณ์ใหม่ให้ได้มากที่สุด

มาร์ติน (Martin. 1964 : 2547-8) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา และพบว่าการแก้ปัญหาเบื้องต้นประกอบอยู่ 2 ประการ คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงภาษา และความสามารถในการคำนวณ

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 26) ทำการวิจัยเรื่อง สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่าสมรรถภาพทางด้านตัวเลขหรือคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์ .2925

วิภา ภัทรมัย (2522 : 64) ก็ได้ศึกษาหาตัวพยากรณ์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 643 คน พบว่าทักษะการคำนวณส่งผลต่อการเรียนฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความสามารถด้านตัวเลขหรือคณิตศาสตร์ ได้แก้ทักษะการคำนวณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งที่จะต้องจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนฟิสิกส์ เพราะการเรียนฟิสิกส์ต้องเกี่ยวข้องกับตัวเลข และโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ อยู่เสมอ ดังนั้นผู้ที่เรียนฟิสิกส์ได้ดีจะต้องเป็นผู้มีความสามารถด้านตัวเลขหรือคณิตศาสตร์

3.7 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถทางด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

แบบทดสอบ FACT ซึ่งนำมาใช้คัดเลือกนักฟิสิกส์ มีแบบทดสอบการอ่าน Scales ประกอบอยู่ด้วย (Flanagan. 1959 : 24)

โรเบิร์ตสัน (Robertson. 1972 : 1542) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนเกรดเก้าที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ (Introduction Physical Science) กับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป (Conventional General Science) โดยให้ทำการสร้างกราฟและแปลความหมายจากข้อมูล พบว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพมีความสามารถสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิภา ภัทรมัย (2522 : 64) ได้ศึกษาหาตัวพยากรณ์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การตีความหมายจากข้อมูลส่งผลต่อการเรียนฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความสามารถด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ เป็นความสามารถหนึ่งที่จะต้องจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนฟิสิกส์ ดังนั้นผู้เรียนฟิสิกส์ได้ดีจะต้องเป็นผู้มีความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบและผลงานวิจัย

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ (ม.ป.ป. : 11-12) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบยึดหลักที่ว่า ตัวแปรหรือข้อมูลต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันนั้น เนื่องจากตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ มีองค์ประกอบร่วม (Common Factor) กัน สิ่งเกิดได้จากการจับกลุ่มของตัวแปรหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนั้น สามารถใช้องค์ประกอบร่วมแทนตัวแปรกลุ่มนั้นได้ เป็นการลดจำนวนข้อมูลให้น้อยลง การจับกลุ่มของตัวแปรซึ่งเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปร ทำให้ทราบถึงโครงสร้างและแบบแผนของข้อมูล ทำให้หาองค์ประกอบร่วมของตัวแปรได้ และสามารถหาน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปรแต่ละตัวได้ ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบนี้ สามารถอธิบายได้ถึงความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบนั้น อันแสดงถึงขนาด (Magnitude) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบ

ดังนั้น การวิเคราะห์องค์ประกอบจึงเป็นวิธีการทางสถิติที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอชุดของตัวแปรหลาย ๆ ตัว ในรูปของตัวแปรสมมติ (Factor) ที่มีจำนวนน้อยลง

การทำการวิเคราะห์องค์ประกอบมักจะทำใน 2 ลักษณะคือ

1. ค้นหาว่ามีกี่องค์ประกอบ อะไรบ้าง (Exploratory)
2. ยืนยันหรือทดสอบสมมติฐานว่ามีกี่องค์ประกอบนั้น ๆ ในคุณลักษณะ (Trait) นั้นจริงหรือไม่ (Confirmatory)

จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1. ช่วยบรรยายเกี่ยวกับโดเมน (Domain) ที่ต้องการศึกษา
2. ช่วยตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา
3. ช่วยจัดประเภทของตัวแปร
4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วม (Functional Relations) ระหว่างตัวแปร

5. วิเคราะห์โครงสร้างองค์ประกอบ (Factorial Structures) ของตัวแปรที่เป็นเกณฑ์และระบุตัวแปรที่จะเป็นประโยชน์ในสมการถดถอย
6. เป็นการพิสูจน์ข้อค้นพบของตนเองกับของผู้อื่น
7. ลดข้อมูลให้น้อยลงเพื่อให้ได้ลักษณะร่วมที่ซ่อนอยู่
8. ใช้ในการทดสอบหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)
9. ช่วยในการสร้างแบบวัดลักษณะต่าง ๆ

เสวิม ทศศรี (2518 : 38-39) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์องค์ประกอบความพร้อมทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสงขลา จำนวน 253 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน 12 ฉบับ พบว่า ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ ด้านทักษะในการนำไปใช้ ในการวิเคราะห์ปัญหา และในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง และพบว่า นักเรียนหญิงมีความสามารถด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ สูงกว่านักเรียนชาย นักเรียนชายมีความสามารถด้านการวิเคราะห์ปัญหาสูงกว่านักเรียนหญิง และนักเรียนหญิงมีความสามารถด้านการแก้ปัญหาโดยการทดลอง สูงกว่านักเรียนชาย

5. เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับสหสัมพันธ์พหุคูณ และการสร้างสมการพยากรณ์

เอลลี (Elle. 1967 : 2875-2876) ได้ใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทำนายผลการเรียนภาคแรกของนักศึกษาวิทยาลัยโอเรกอนตอนใต้ (Southern Oregon College) พบว่าแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสามารถทำนายการเรียนได้ดีที่สุด

ในปี 1955 มิเชล (Mitchell. 1955 : 487-490) ได้ใช้แบบทดสอบ Holzinger - Crowder Uni-factor Test ประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ คือ ภาษา มิติสัมพันธ์ ตัวเลข และความสามารถในการให้เหตุผลซึ่งมีค่า

ความเชื่อมั่นเฉลี่ย .85 เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ ระดับมัธยม ซึ่งได้มาจากแบบทดสอบมาตรฐานและคะแนนที่ครูได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจากชุมชนต่าง ๆ 14 แห่ง พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับวิชาต่าง ๆ ตั้งแต่ .518 ถึง .780 ในปี 1957 คราวเดอร์ (Crowder. 1957 : 281-286) ได้ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันนี้หาความเที่ยงตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับสมรรถภาพด้านเหตุผลมีค่า .60 สมรรถภาพด้านตัวเลขเท่ากับ .53 สมรรถภาพด้านภาษาเท่ากับ .51 และสมรรถภาพทางด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .35 ปีต่อมา ฮอลแลนด์ (Holland. 1957 : 135-142) ได้ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านภาษากับเกรดเฉลี่ย พบว่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งฮอลแลนด์ได้สรุปว่า ความสำเร็จทางการเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางด้านสติปัญญา

มาร์ติน (Martin. 1964 : 4547-4548) ได้ศึกษากับนักเรียนในเกรตสเตรทไอโอวา จำนวน 523 คน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา โจทย์วิชาเลขคณิตกับเหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน และความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .61, .64 และ .60 ตามลำดับทางด้านอินเกอร์ซอล และปีเตอร์ (Ingersoll and Peters. 1966 : 931-937) ได้ศึกษาถึงการใช้ General Aptitude Test Battery (GATB) สำหรับแนะแนวนักเรียนทางการเรียน โดยใช้นักเรียนเกรตเก่าและสิบ จำนวน 4,000 คน ในรัฐไอโอวา พบว่าสำหรับนักเรียนเกรตเก่า ตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป ได้แก่ ความถนัดทางด้านตัวเลข (Numerical Aptitude) กับทักษะการรับรู้ (Perception) ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .53 และตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ ความถนัดทางด้านตัวเลข และความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ (Finger Dexterity) มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .80 ส่วนในการทำนายความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ตัวพยากรณ์ที่ดีได้แก่ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข เช่าวัวปัญญา ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual Dexterity) และการประสานงานทางกล้ามเนื้อ (Motor Coordination) ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณถึง .574 สำหรับนักเรียนเกรดสิบ ตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปได้แก่ ความถนัดทางตัวเลขและเช่าวัวปัญญา ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .549 และสำหรับวิทยาศาสตร์ทั่วไป ตัวพยากรณ์ที่ดีได้แก่ภาษา ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .636 ในปีเดียวกันนี้ แทรกซ์เลอร์ (Traxler, 1966 : 970) ได้ใช้แบบทดสอบความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test Battery) ทดสอบนักเรียนโรงเรียนมัธยมเทคนิคเดอมอย โดยใช้แบบทดสอบ Des Moines Technical Test Battery Form B-1002B เพื่อพยากรณ์ความสำเร็จในการศึกษาวิชาชีพต่าง ๆ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบความถนัดทั่วไปมีความเที่ยงตรงดีกับบางอาชีพ และมีความเที่ยงตรงกับอาชีพที่ใช้มือดีกว่าอาชีพที่ใช้ภาษา

สามารถ วีระสัมพันธ์ (2512 : 26) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยอาศัยทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple Factor Theory) ของเทอร์สโตน (Thurstone) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับแบบทดสอบความจำเท่ากับ .2798 แบบทดสอบจัดเข้าพวกเท่ากับ .2004 แบบทดสอบอุปมาอุปไมยเท่ากับ .2547 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์เท่ากับ .2574 แบบทดสอบนับลูกบาศก์เท่ากับ .2500 และแบบทดสอบทักษะทางสายตาเท่ากับ .2772

ศิริกร ภูไพบูลย์ (2516 : 36) ได้ศึกษาการใช้ความถนัดทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 600 คน พบว่ามีแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซึ่งดัดแปลงมาจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดความถนัด DAT สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .54 และแบบทดสอบเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .49

ยาใจ ศุขสุเมธ (2511 : 102) ได้สร้างสมการพยากรณ์ผลการเรียนเฉลี่ยเป็นรายภาคเรียนของนิสิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา บางแสน และปทุมวัน โดยใช้คะแนนทดสอบความถนัดเป็นตัวพยากรณ์ ได้สมการ ดังนี้

$$Y_{1G.P.A.} = .1100X_1 + .0150X_3 + .0275X_5 + .4005$$

$$Y_{2G.P.A.} = .0060X_3 + .0158X_5 + .2860$$

$Y_{1G.P.A.}$ แทน คะแนนเกรดเฉลี่ยของภาคเรียนที่ 1 ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$Y_{2G.P.A.}$ แทน คะแนนเกรดเฉลี่ยสะสมของภาคเรียนที่ 2 ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

X_1 แทน คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจัดประเภท

X_3 แทน คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านอุปมาอุปไมย

X_5 แทน คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา

ในปีต่อมา สงบ ลักษณะ (2512 : 102-110) ได้ศึกษานักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2508 โดยใช้เกรดเฉลี่ยสะสมทุกวิชาเมื่อศึกษาจนจบหลักสูตรเป็นเกณฑ์ และใช้แบบทดสอบที่ใช้สอบคัดเลือก ซึ่งได้แก่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ฉบับ กับแบบทดสอบประเภทวัดความถนัดทางการเรียน 3 ฉบับ เป็นตัวพยากรณ์ ผลปรากฏว่าได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .548 และในปี 2517 วิสูตร รอดเชื้อ (2517 : 47-53) ได้ศึกษาแบบทดสอบที่ใช้สอบคัดเลือกนักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาของวิทยาลัยครูเพชรบุรี และวิทยาลัยครูนครปฐม ปีการศึกษา 2513 และ 2514 โดยใช้เกรดเฉลี่ยสะสมทุกวิชาเป็นเกณฑ์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ฉบับ กับแบบทดสอบประเภทวัดความถนัดทางการเรียน 1 ชุด เป็นตัวพยากรณ์ พบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณอยู่ระหว่าง .4724 ถึง .7879 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อใช้ตัวพยากรณ์ต่างระดับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันไป (ดูรูปที่ 1) และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่มีระดับต่ำกว่าค่า

ค่าย เชียงฉี (2519 : 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ปรากฏว่าได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบสมรรถภาพสมองทางด้าน จำนวนตัวเลข ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ และการรับรู้ทางสายตา กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต เท่ากับ .54 .50 .58 .52 .33 และ .38 ตามลำดับ

นอกจากนี้ นคร เทพวรรณ (2521 : 47-54) พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนทางด้านเหตุผล ตัวเลข และมิติสัมพันธ์ มีค่าสัมพันธ์กับเรขาคณิตเท่ากับ .3676 .6167 และ .1873 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตกับความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ภาษา ตัวเลข และมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ซึ่งได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .6350 และสร้างสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน ได้ดังนี้

$$Z_{\text{เรขาคณิต}} = .1536 Z_{\text{เหตุผล}} + .0351 Z_{\text{ภาษา}} + .5473 Z_{\text{ตัวเลข}} + .03202 Z_{\text{มิติสัมพันธ์}}$$

และสมการในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\text{เรขาคณิต} = 4.5652 + .2387(\text{เหตุผล}) + .0553(\text{ภาษา}) + .4578(\text{ตัวเลข}) + .0336(\text{มิติสัมพันธ์})$$

เมื่อค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดี ได้สมการพยากรณ์เรขาคณิตในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$Z_{\text{เรขาคณิต}} = .1594 Z_{\text{เหตุผล}} + .5571 Z_{\text{ตัวเลข}}$$

และสมการในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\text{เรขาคณิต} = 6.1718 + .2478(\text{เหตุผล}) + .4660(\text{ตัวเลข})$$

วิภา ภักธมัย (2522 : 63-64) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จากตัวพยากรณ์คือ ความสามารถทางด้านภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์ เหตุผล การตีความหมาย จากข้อมูลหรือกราฟ และความจำ พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีคือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เหตุผล และการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

เมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์กับความสามารถทางด้านค่าตรงกันข้าม การใช้ภาษา การนับลูกบาศก์ ช้อนภาพ ทักษะในการคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จัดประเภท อุปมาอุปไมย สรุปความ การตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟและความจำ พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีคือความสามารถทางด้านทักษะในการคำนวณ อุปมาอุปไมย และการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรียนโปรแกรมวิทย์-คณิต ที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ และกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 สังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร มีโรงเรียน 97 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 13,285 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทย์-คณิต ที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ และกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนในสังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยใช้วิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) ได้จำนวนนักเรียนจำนวน 1,250 คน โดยมีวิธีการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบกับตารางของกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกประชากรแล้ว ต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 849 คนเป็นอย่างน้อย (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2530; 39 : อ้างอิงจาก Jager. 1980) เนื่องจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหากใช้กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 500 คนขึ้นไป จึงจะดี (ส.วาสนา ประवालพฤษ์. ม.ป.ป. : 14) ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่าง 1,250 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มกลุ่มโรงเรียนมาประมาณ 30% โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย
ได้มาจำนวน 3 กลุ่มโรงเรียน จาก 9 กลุ่ม

ขั้นที่ 3 สุ่มโรงเรียนจากกลุ่มโรงเรียนที่ได้ในขั้นที่ 2 โดยวิธีสุ่มอย่าง
ง่ายมาประมาณ 30% ได้จำนวนโรงเรียน 14 โรงเรียน

ขั้นที่ 4 สุ่มห้องเรียน จากโรงเรียนที่ได้ในขั้นที่ 3 โดยวิธีสุ่มอย่าง
ง่ายมาโรงเรียนละ 2 ห้องเรียน ได้มาจำนวน 28 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน
1,250 คน

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามโรงเรียน

โรงเรียน	กลุ่มตัวอย่าง (ห้องเรียน)	ทดลอง ครั้งที่ 1	ทดลอง ครั้งที่ 2	ทดลอง ครั้งที่ 3
มัธยมวัดเบญจมบพิตร	80 (2)		80	
วัดราชาธิวาส	87 (2)		87	
โยธินบูรณะ	85 (2)			85
มัธยมวัดมกุฎกษัตริย์	72 (2)			75
เทพศิรินทร์	88 (2)	88		
สายปัญญา	73 (2)		83	
วัดสุทธิวราราม	85 (2)	85		
สตรีพัฒนาาราม	72 (2)			72
ศรีอยุธยา	68 (2)		68	
สามเสนวิทยาลัย	79 (2)			79
สันติราษฎร์วิทยาลัย	73 (2)			73
หอวัง	78 (2)		78	
วัดราชบพิตร	82 (2)		82	

ตาราง 1 (ต่อ)

โรงเรียน	กลุ่มตัวอย่าง (ห้องเรียน)	ทดลอง ครั้งที่ 1	ทดลอง ครั้งที่ 2	ทดลอง ครั้งที่ 3
มัธยมวัดหัวลำโพง	45 (2)		45	
รวม	1,250 (28)	173 (4)	523 (14)	381 (10)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย

5 ตัวเลือก มี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบความถนัดด้านสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ วัดองค์ประกอบ
ด้านต่าง ๆ มีจำนวน 13 ฉบับ ได้แก่

1.1 แบบทดสอบการคำนวณ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยไม่ต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหา ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หาร ยกกำลัง ถอดราก เป็นต้น มีจำนวน 15 ข้อ เวลา 10 นาที ดังตัวอย่าง

$$\text{ข้อ 0) } (25 + .82 - \underline{5}) \div .05 = ?$$

6

ก. 430.73

ข. 450.73

ค. 499.73

ง. 599.73

จ. 699.73

(เฉลย ข้อ ค.)

1.2 แบบทดสอบแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดคำนวณโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบด้วยตนเอง มีจำนวน 15 ข้อ เวลา 15 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ 0) สี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งยาวด้านละ 10 ซม.
ถ้าเพิ่มความยาวขึ้นด้านละ 10% พื้นที่ของ
สี่เหลี่ยมรูปใหม่จะเพิ่มขึ้นจากเดิมกี่
เปอร์เซ็นต์ ?

ก. 20

ข. 21

ค. 22

ง. 23

จ. 24

(เฉลย ข้อ ข.)

1.3 แบบทดสอบจัดประเภท เป็นแบบทดสอบที่ให้คิดพิจารณาว่า
สิ่งใดเข้าพวก สิ่งใดไม่เข้าพวกกับสิ่งอื่น ๆ ดังนั้นนักเรียนต้องพยายามหาความ
สัมพันธ์ของสิ่งที่ให้มา และดูว่าอะไรที่ไม่เข้าพวกกับสิ่งอื่น มีจำนวน 15 ข้อ ดัง
ตัวอย่าง

ข้อ 0) ข้อใด ไม่ เข้าพวก ?

ก. ไก่

ข. วัว

ค. หมู

ง. สุนัข

จ. แมว

(เฉลย ข้อ ก.)

1.4 แบบทดสอบอุปมาอุปไมย เป็นแบบทดสอบที่ใช้เหตุผลใน
การหาความสัมพันธ์ของของ 2 สิ่ง ว่าข้อใดมีความสัมพันธ์ตามที่กำหนดให้ มี
จำนวน 15 ข้อ และ 5 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ 0) คน : จมูก --> ปลา : ?

ก. ตา

ข. หาง

ค. ครีบ

ง. อากาศ

จ. เหงือก

(เฉลย ข้อ จ.)

1.5 แบบทดสอบสรุปความ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการใช้เหตุผล เพื่อสรุปข้อเท็จจริงอย่างสมเหตุสมผล มีจำนวน 15 ข้อ เวลา 10 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ 0) ถ้าฝนตกแล้วแดดจะออก วันนี้แดดออก
สรุปได้ว่าอย่างไร?

ก. ฝนตก

ข. ฝนจะตก

ค. ฝนไม่ตก

ง. ฝนอาจไม่ตก

จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

(เฉลย ข้อ จ.)

1.6 แบบทดสอบการใช้ภาษา เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสมรรถนะด้านการใช้สำนวน ประโยคหรือวลี ได้เหมาะกับกาลเทศะและบุคคล นอกจากนี้ยังรวมถึงการเข้าใจความหมาย สำนวน โวหาร สุภาษิต และคำพังเพยได้อย่างถูกต้อง มีจำนวน 15 ข้อ เวลา 5 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ 0) เมื่อเพื่อนที่มาเยี่ยมลากลับท่านจะกล่าวแก่
เพื่อนผู้นั้นว่าอย่างไร ?

ก. ขอขอบคุณ ขอให้โชคดี

ข. สวัสดี แล้วพบกันอีกนะ

ค. ขอขอบคุณมาก ทำไมรีบกลับ

ง. ขอให้โชคดีนะ ลาก่อน

จ. ขอขอบคุณวันหลังกรุณามาเที่ยวอีกนะ

(เฉลย ข้อ ก.)

1.7 แบบทดสอบคำตรงข้าม เป็นแบบทดสอบชนิดที่ให้ประโยคมาแล้วให้หาคำที่ตรงข้ามกับคำที่ขีดเส้นใต้ในประโยค มีจำนวน 15 ข้อ เวลา 5 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ 0) มะม่วงต้นนี้มีลูก ดก

ก. น้อย

ข. ห้าง

ค. เล็ก

ง. เตย

จ. เปา

(เฉลย ข้อ ก.)

1.8 แบบทดสอบความจำ เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการระสมความรู้ที่เป็นรูปภาพ สัญลักษณ์หรือตัวเลข แล้วสามารถระลึกออกมาได้ มี 2 ตอน เวลา 10 นาที ดังตัวอย่าง

ให้นักเรียนดูสัญลักษณ์ที่ใช้แทนความหมายต่าง ๆ และพยายามจำให้ได้ว่าสัญลักษณ์ใดหมายความว่าอย่างไร โดยให้เวลาดู 1 นาที

สัญลักษณ์	ความหมาย
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9

คำถาม

ข้อ 0) 3 9 4 เขียนแทนได้ด้วยข้อใด ?

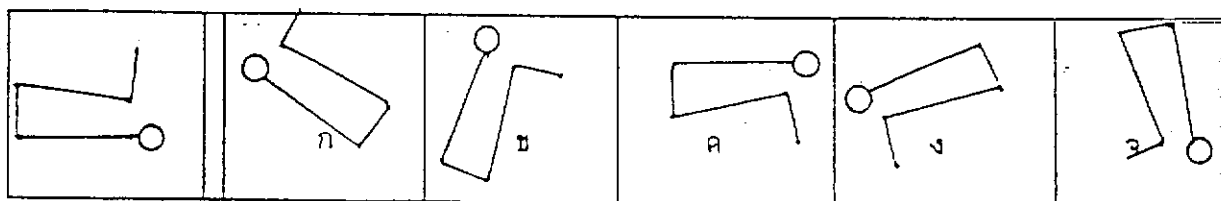
ก.   ข.   ค.   ง.   จ.   

(เฉลย ข้อ ค.)

1.9 แบบทดสอบหมุนภาพ เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการรับรู้ภาพที่กำหนดให้ สามารถชี้บ่งจำแนกได้ว่าภาพนั้นเมื่อหมุนเปลี่ยนทิศทางในแนวราบแล้วจะมีลักษณะอย่างไร มีจำนวน 16 ข้อ เวลา 8 นาที ดังตัวอย่าง

ให้นักเรียนพิจารณาดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาว่าหมุนภาพนี้ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ.

ข้อ 0)

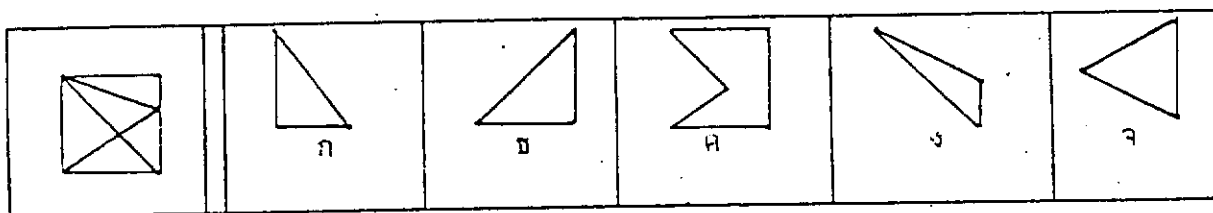


(เฉลย ข้อ ง.)

1.10 แบบทดสอบฉบับซ้อนภาพ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการสังเกต และชี้บ่งได้ว่าภาพใดซ้อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้ ซึ่งสังเกตจากรูปร่าง ขนาดและทิศทางที่เหมือนเดิมทุกประการ มีจำนวน 18 ข้อ เวลา 9 นาที ดังตัวอย่าง

ให้นักเรียนดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาว่ามีภาพใดจากข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ ซ้อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้ โดยมีทิศทางและขนาดเหมือนเดิม

ข้อ 0)

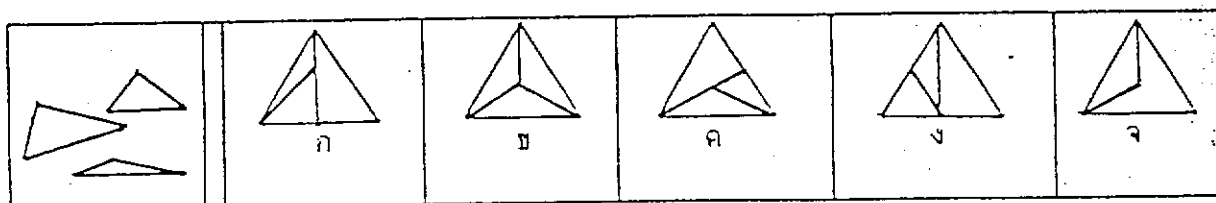


(เฉลย ข้อ ค.)

1.11 แบบทดสอบประกอบภาพ เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของรูปภาพ ซึ่งเมื่อนำมาประกอบในทิศทางที่เหมาะสมแล้วจะปรากฏเป็นรูปใด มีจำนวน 14 ข้อ เวลา 7 นาที ดังตัวอย่าง

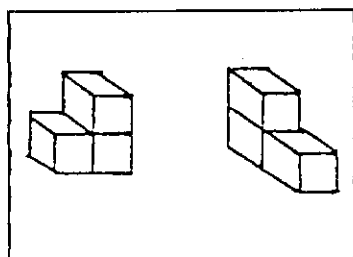
ให้นักเรียนดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนหลาย ๆ อัน แล้วให้นักเรียนพิจารณาชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านั้นว่าเมื่อนำมาประกอบกันแล้วจะได้ภาพใดจากข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ ดังตัวอย่าง

ข้อ 0)



(เฉลย ข้อ ก.)

1.12 แบบทดสอบนับแท่งลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการนับแท่งลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันอยู่จากภาพที่กำหนดให้ ซึ่งจะต้องใช้จินตนาการ แล้วระบุได้ว่าภาพนั้นมีจำนวนแท่งลูกบาศก์อยู่เท่าใด มีจำนวน 12 ข้อ เวลา 6 นาที ดังตัวอย่าง



ก. 3

ข. 4

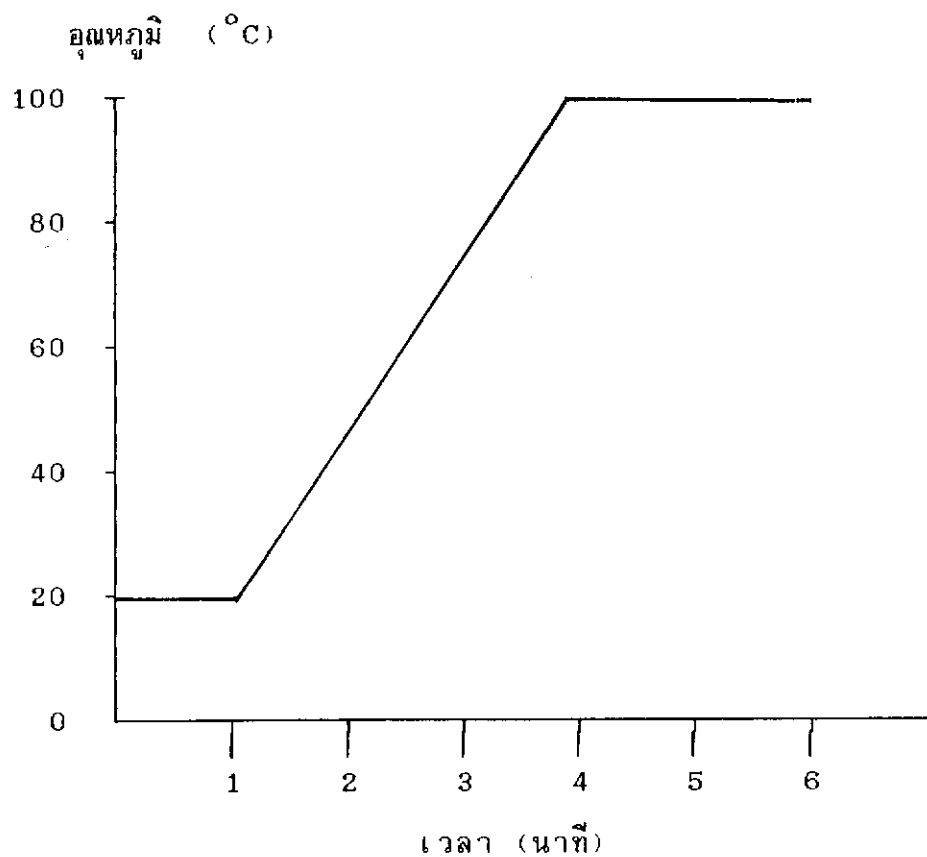
ค. 5

ง. 6

จ. 7

(เฉลย ข้อ ง.)

1.13 แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ เป็นแบบทดสอบให้คิดคำนวณหาค่าต่าง ๆ จากกราฟ ตาราง หรือข้อมูลที่ให้ไว้ นอกจากนี้ยังทำนายค่าซึ่งไม่มีในข้อมูลที่ให้ไว้ แต่สามารถคิดคำนวณ ทำนายได้ว่านอกเหนือจากข้อมูลที่ให้ควรจะเป็นอย่างไร ดังตัวอย่าง



จากกราฟน้ำเดือดเมื่อเวลาผ่านไป

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 5

(เฉลย ข้อ ง.)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ว.021)

 การสร้างและการทดลองใช้เครื่องมือ

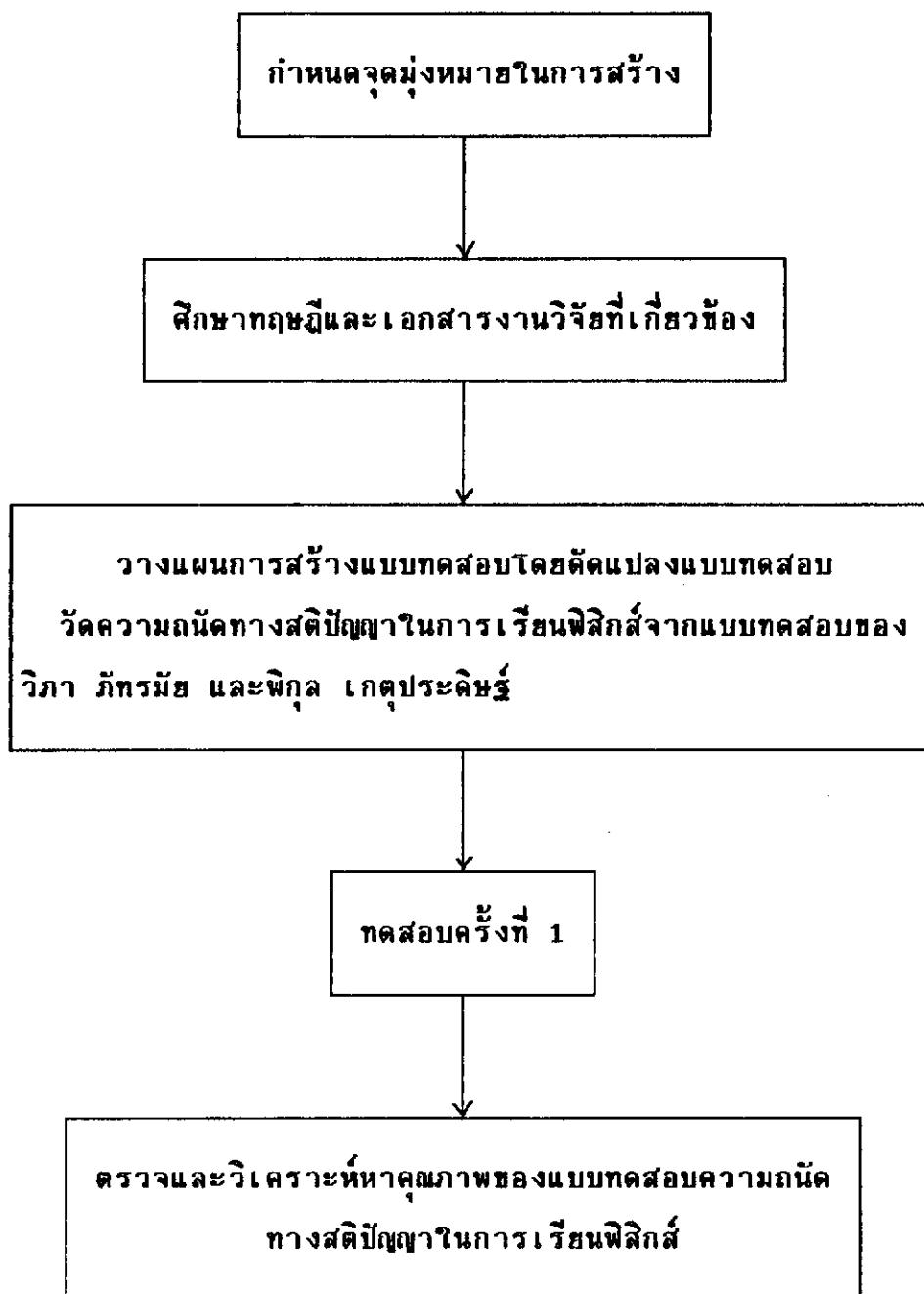
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์

แบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ แต่ละฉบับผู้วิจัยสร้างเอง โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของวิภา ภัทรมัย และพิบูล เกตุประดิษฐ์ ซึ่งมีแบบทดสอบ 13 ฉบับดังนี้

1. แบบทดสอบทักษะในการคำนวณ
2. แบบทดสอบแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบจัดประเภท
4. แบบทดสอบอุปมาอุปมัย
5. แบบทดสอบสรุปความ
6. แบบทดสอบการใช้ภาษา
7. แบบทดสอบคำตรงกันข้าม
8. แบบทดสอบความจำ
9. แบบทดสอบหมุนภาพ
10. แบบทดสอบซ้อนภาพ

11. แบบทดสอบประกอบภาพ
 12. แบบทดสอบนับแท่งลูกบาศก์
 13. แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
- ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้



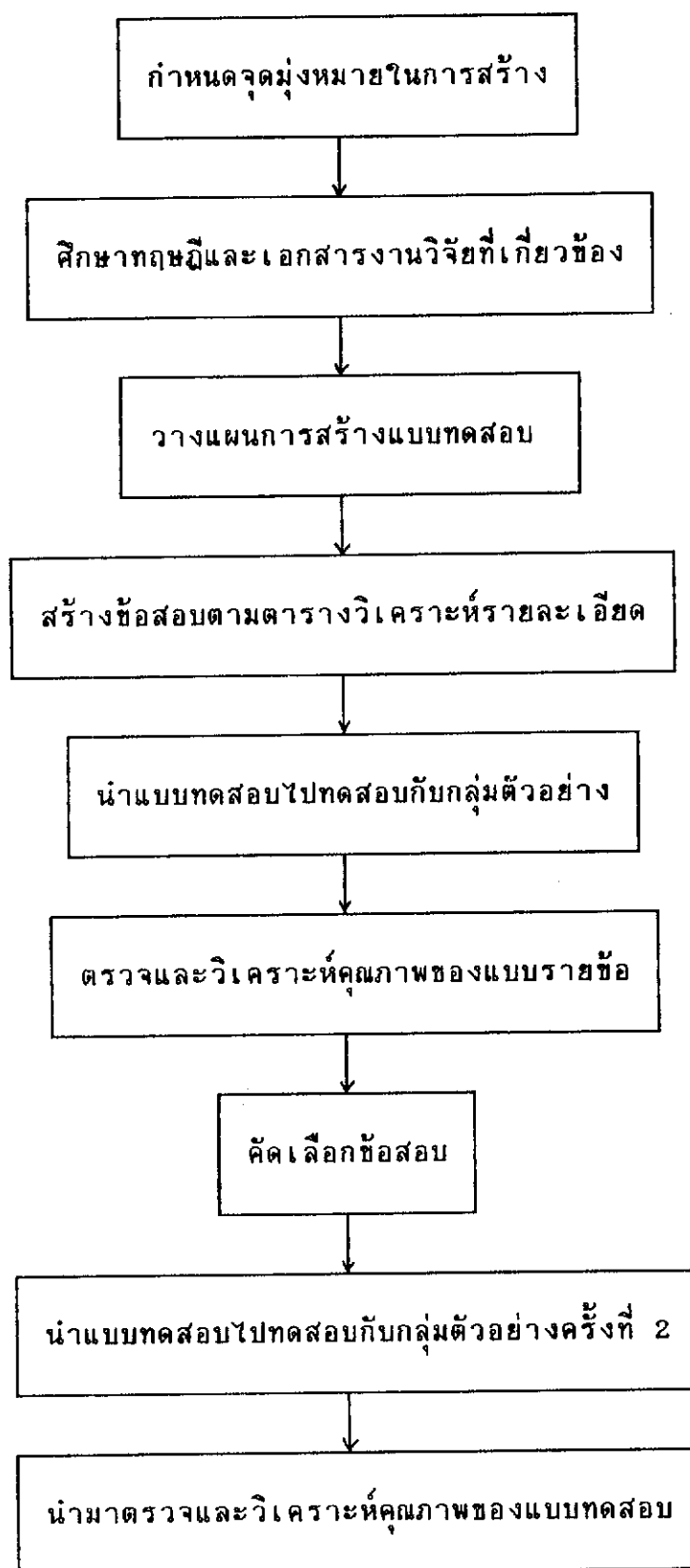
ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิลิกส์

จากภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญา
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านความจำ ด้านตัวเลข และด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ เพื่อพิจารณาคัดเลือกและดัดแปลงแบบทดสอบของ วิภา ภัทรมัย และพิกุล เกตุประดิษฐ์
3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
4. นำผลการตรวจมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ
2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้าง

ดังนี้





ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิกส์
แบบอิงกลุ่ม

จากภาพประกอบ 2 แสดงลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์แบบอิงกลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ (ว.021) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบและการหาคุณภาพของแบบทดสอบจากเอกสารต่าง ๆ และศึกษาหลักสูตรคู่มือครู เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3. วางแผนการสร้างแบบทดสอบโดยศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2534 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญได้ทำการศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์เนื้อหา รวมทั้งพฤติกรรมที่ต้องการจะสอบวัด

4. สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

5. นำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

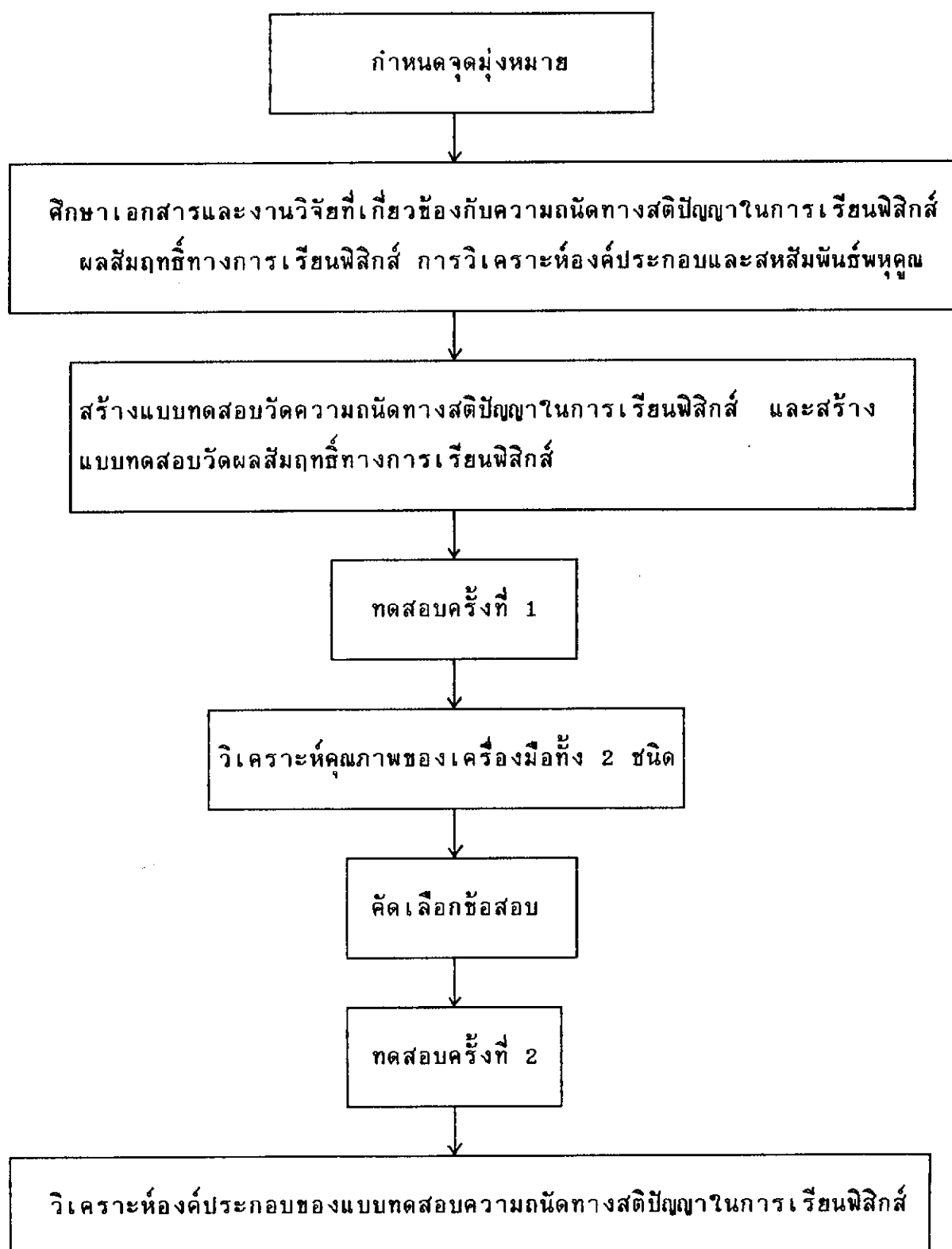
6. นำผลการสอบมาตรวจและวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ในการนี้ดำเนินการดังนี้

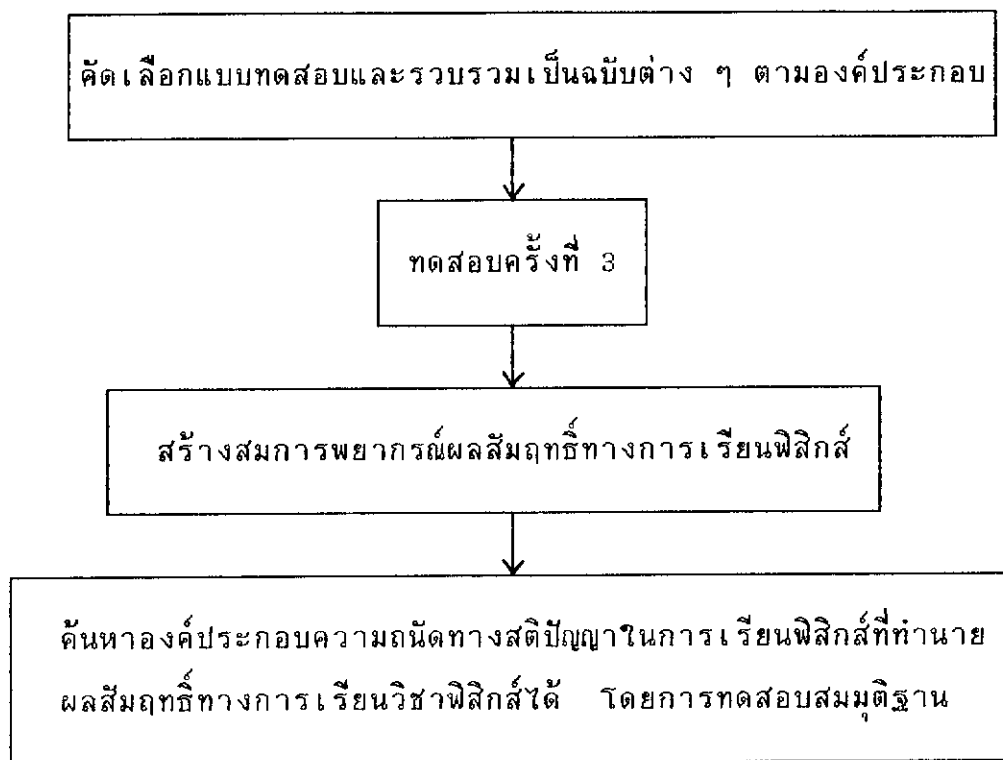
6.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ หรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

6.2 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแต่ละข้อ โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดหาค่าจากตารางสำเร็จรูป จุง เต ฟาน (Chung-Teh-Fan)

7. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้拿去ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 แล้วนำมาตรวจและวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

วิธีดำเนินการวิเคราะห์หองค์ประกอบด้านความถนัดทางสติปัญญาในการเรียน
ฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์





ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบด้านความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

จากภาพประกอบ 3 แสดงลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบด้านความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย

1.1 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 เพื่อค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.4 เพื่อพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบความถนัดทางสติปัญญาด้านต่าง ๆ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางสติปัญญา และสหสัมพันธ์พหุคูณ เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบด้านความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ จากแบบทดสอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์แบบต่าง ๆ และเพื่อหาแบบทดสอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงที่สุดในแต่ละองค์ประกอบ

3. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ ที่ดัดแปลงแล้วของ วิภา ภัทรมัย (2522) และพิบูล เกตุประดิษฐ์ (2522) 1 แล้ว และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ความภาพประกอบ 2

4. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบจากข้อ 3 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 523 คน

5. วิเคราะห์องค์ประกอบด้านความถนัดทางสติปัญญา จากแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ด้านต่าง ๆ จำนวน 13 ฉบับ

5.1 วิเคราะห์องค์ประกอบ โดยใช้การวิเคราะห์แบบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เพื่อดูว่านักเรียนมีความถนัดทางสติปัญญา จำนวนกี่องค์ประกอบ

5.2 คัดเลือกจำนวนองค์ประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen Value) เท่ากับหรือมากกว่า 1

5.3 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าน้ำหนักบนองค์ประกอบ (Factor Loading) เท่ากับหรือมากกว่า 0.30 เป็น 1 องค์ประกอบ

6. หาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

7. เลือกแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์จากองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบที่มีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่สูงที่สุด จำนวน 1 ฉบับ

8. นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์จากข้อ 7 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 381 คน แล้ววิเคราะห์สร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการโดยผู้วิจัยดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ จำนวน 13 ฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ 1 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างโดยสอบตามลำดับ ดังนี้

แบบทดสอบการคำนวณ

แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบจัดประเภท

แบบทดสอบช่อนภาพ

พัก 5 นาที

แบบทดสอบสรุปความ

แบบทดสอบการใช้ภาษา

แบบทดสอบหมุนภาพ

พัก 5 นาที

แบบทดสอบทักษะการคำนวณ

แบบทดสอบคำตรงข้าม

แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์

ฝึก 5 นาที

แบบทดสอบความจำ

แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

แบบทดสอบอุปมาอุปไมย

และเว้นระยะอีก 1 อาทิตย์ จึงนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ไปทดสอบ

ก่อนที่จะให้ลงมือทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ ผู้คุมสอบจะอธิบายคำสั่งชี้แจงให้นักเรียนฟังจนเข้าใจวิธีทำก่อน

2. นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิลิกส์ ที่หาคุณภาพจากข้อ 1 เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบ และนำแบบทดสอบกลุ่มที่ 2 โดยวางแผนการสอบตามลำดับเหมือนกับข้อ 1

3. นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนในฟิลิกส์ในแต่ละองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์มากที่สุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ที่มีคุณภาพแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มที่ 3 โดยวางแผนการสอบตามลำดับเหมือนข้อ 1

4. เมื่อผู้วิจัยได้กระดาษคำตอบแล้ว ก็ทำการตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อที่ทำได้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ทำผิดหรือไม่ทำให้ 0 คะแนน

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิลิกส์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ โดยใช้สูตรของคูเคอร์วินาร์ดสันสูตรที่ 20 (K-R20) (Guilford, 1956 : 455)

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบจำนวน 13 ฉบับ โดยวิธีการ Factor Analysis การคำนวณนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรม SPSS

(Statistical Package for the Social Sciences) ด้วยวิธี Principal Component เพื่อดูว่าจำนวนแบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับ สามารถวัดได้กี่องค์ประกอบ และแต่ละองค์ประกอบนั้นประกอบด้วยแบบทดสอบใดบ้าง

3. ผู้วิจัยจึงทำการหมุนแกนด้วยวิธี Orthogonal และ Oblique เพื่อวิเคราะห์ดูว่าตัวแปรแต่ละตัวนั้นมีน้ำหนักองค์ประกอบใดอย่างชัดเจน

4. หลังจากทราบว่ามีย่อยองค์ประกอบอะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อการเรียนฟิสิกส์ จากข้อ 2. จึงนำเอาแบบทดสอบที่มีความสัมพันธ์สูงสุด 1 ฉบับ แต่ละองค์ประกอบเหล่านั้นมาใช้เป็นตัวพยากรณ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนฟิสิกส์ และสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนฟิสิกส์ เพื่อดูว่าตัวพยากรณ์เหล่านี้ตัวใดบ้างมีอิทธิพลต่อการพยากรณ์มากน้อยเพียงใด จึงนำเอาข้อมูลเหล่านี้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม Step-Wise Multiple Regression ของ SPSS

5. ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ และสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ ใช้สูตรดังนี้ (Mc Nemmar. 1962 : 146)

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad df = n-2$$

เมื่อ r แทน ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่
 n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่วัดองค์ประกอบแต่ละด้าน โดยใช้สูตรของคูเคอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (K-R 20) (Guilford. 1956 : 455) ดังนี้

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2_e แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ

7. ทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพหุคูณโดยใช้ Analysis of Variance ซึ่งสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	n	$b_1 \Sigma X_1 Y + b_2 \Sigma X_2 Y + \dots + b_n \Sigma X_n Y + a \Sigma Y + (\Sigma Y)^2 / N$	SS_{reg} / df	MS_{reg} / MS_{res}
Residual	$N - n - 1$	$SS_T - SS_{reg}$	SS_{res} / df	
Total	$N - 1$	$\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2 / N$		

เมื่อ n แทน จำนวนตัวพยากรณ์

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

8. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้ F-test (Guilford. 1956 : 400)

$$F = \frac{(R^2_2 - R^2_1) (N - m_2 - 1)}{(1 - R^2_2) (m_2 - m_1)}$$

เมื่อ	R_1	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีตัวพหุกรณ์น้อย
	R_2	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีตัวพหุกรณ์มาก
	m_1	แทน	จำนวนตัวพหุกรณ์น้อย
	m_2	แทน	จำนวนตัวพหุกรณ์มาก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
df_1	=		$(m_2 - m_1)$
df_2	=		$N - m_2 - 1$

9. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของ Beta Weight โดยใช้

t-test (Kelling and Pedhazur. 1973 : 400)

$$b_j = \beta_j \frac{S_y}{S_j}$$

$$t_j = \frac{b_j}{SE_{b_j}}, \quad df = N - k - 1$$

$$SE_{b_j} = \frac{SE^2_{e.e.}}{SS_{x_j}(1-R^2_j)}$$

เมื่อ	b_j	แทน	น้ำหนัก b ที่ j
	β_j	แทน	น้ำหนัก β ที่ j
	SE_{b_j}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนัก b ที่ j
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	K	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ
	$SE^2_{e.e.}$	แทน	กำลังสองของค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
	SS_{x_j}	แทน	ผลรวมกำลังสองของตัวแปรที่ j
	S_y	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม

S_j แทน ความเป็ยเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ
ที่ j

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ปรากฏผลดังจะได้นำเสนอต่อไปและเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
X	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
SE_{mean}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเนื่องจากการวัด
C.V.	แทน	สัมประสิทธิ์ของความแปรผัน
r_{xx}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
X_1	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบทักษะในการคำนวณ
X_2	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
X_3	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบจัดประเภท
X_4	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบอุปมาอุปไมย
X_5	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบสรุปความ
X_6	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการใช้ภาษา
X_7	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบค่าตรงข้าม
X_8	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความจำ
X_9	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบหมุนภาพ
X_{10}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบซ่อนภาพ

X_{11}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบประกอบภาพ
X_{12}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบนับลูกบาศก์
X_{13}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
Y	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
b	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
B	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
SE_b	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
SE_{est}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ
A	แทน	ค่าคงที่ในสมการพยากรณ์
D_1	แทน	องค์ประกอบที่หนึ่ง
D_2	แทน	องค์ประกอบที่สอง
D_3	แทน	องค์ประกอบที่สาม
D_4	แทน	องค์ประกอบที่สี่
D_5	แทน	องค์ประกอบที่ห้า

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแล้ว ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนฟิสิกส์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ และระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์

ตอนที่ 4 ทาส้มการพยากรณ์ ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานและคะแนนดิบ

ตอนที่ 5 ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

แบบทดสอบ	n	X	S.D.	C.V.	r_{tt}	SE_{mean}
1. การคำนวณ	15	8.62	2.82	32.72	0.648	0.124
2. การแก้ปัญหา	15	9.50	2.65	27.89	0.635	0.116
3. จัดประเภท	15	8.08	3.35	41.46	0.750	0.148
4. อุปมาอุปไมย	15	8.68	2.82	32.49	0.649	0.123
5. สรุปความ	15	8.66	2.89	33.37	0.574	0.126
6. การใช้ภาษา	15	10.26	2.96	28.85	0.679	0.129
7. ค่าตรงข้าม	15	8.70	2.42	27.82	0.583	0.106
8. ความจำ	28	15.60	4.50	28.85	0.782	0.197
9. หมุนภาพ	16	7.66	2.90	37.86	0.587	0.127
10. ช้อนภาพ	18	11.22	3.98	35.47	0.817	0.174
11. ประกอบภาพ	14	8.53	2.42	28.37	0.638	0.172

ตาราง 2 (ต่อ)

แบบทดสอบ	n	X	S.D.	C.V.	r_{tt}	SE_{mean}
12. นับลูกบาศก์	12	5.40	2.38	44.07	0.632	0.104
13. ตีความหมายจาก ข้อมูลหรือกราฟ	15	8.23	2.89	35.12	0.653	0.126
14. วัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนฟิสิกส์	50	33.11	8.95	27.03	0.893	0.392

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 พบว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันอยู่ระหว่าง 27.03-44.07 แบบทดสอบใดมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันน้อยกว่า ย่อมมีประสิทธิภาพดีกว่า ดังนั้น แบบทดสอบทั้ง 14 ฉบับ มีประสิทธิภาพดีเรียงตามลำดับ ดังนี้ $X_{14}, X_7, X_{11}, X_8, X_6, X_4, X_1, X_5, X_{10}, X_{13}, X_9, X_3$ และ X_{12}

สำหรับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความถนัดทั้ง 13 ฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.574-0.893 ซึ่งมีค่าสูงพอประมาณและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เนื่องจากการวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.104-0.392 นับว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย แสดงว่าแบบทดสอบชุดนี้มีคุณภาพเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนพลีกส์

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient) ของคะแนนจากแบบทดสอบความถนัดทั้ง 13 ฉบับ

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	1.0000												
X_2	.6573**	1.0000											
X_3	.6141**	.3916*	1.0000										
X_4	-.0671	-.0111	-.0573	1.0000									
X_5	-.0330*	.1367*	-.0393	.5394*	1.0000								
X_6	-.1226	-.0642	.0981	-.0465	-.0100	1.0000							
X_7	-.2086*	-.1511*	-.2318*	.0472*	.0029	.0033	1.0000						
X_8	.6681**	.4482**	.5159**	-.1119	-.0906	-.0038	-.2501	1.0000					
X_9	-.0468*	.0897*	.0856*	.0191	-.0269	.0639*	-.1669*	-.0733*	1.0000				
X_{10}	-.0905	.0820*	-.1531	.1011*	-.0003	-.0121	.0325*	-.0473	.18995*	1.0000			
X_{11}	-.0444*	.0364	-.0887	.0714*	-.2017*	.0182	-.0447*	.0571*	.13317*	.73586**	1.0000		
X_{12}	-.0775*	-.0422*	-.0960*	-.1456*	-.2137*	.0699*	.0449*	-.0131	.13365*	.18799*	.1300*	1.0000	
X_{13}	-.0912*	-.0584*	-.0420*	-.0117	-.2055*	.0219	.0333	-.0438*	.45592*	.32381*	.2092*	.4673*	1.0000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ -0.2501 ถึง 0.6681 เมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 4 ค่า Estimate Communalities

แบบทดสอบ	Est. Commuality
X_1	.8404
X_2	.6355
X_3	.6519
X_4	.7108
X_5	.7714
X_6	.7397
X_7	.3070
X_8	.6767
X_9	.6540
X_{10}	.8602
X_{11}	.8899
X_{12}	.5183
X_{13}	.7693

ค่า Commuality เป็นค่าความแปรปรวนที่แสดงว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับมีความแปรปรวนร่วมที่ใช้อธิบายองค์ประกอบร่วม (Common factor) ว่ามากน้อยเพียงใด ผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 พบว่าค่า Commuality ของแบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ .3077 ถึง .8899 แสดงว่าแบบทดสอบกระจายความแปรปรวนให้องค์ประกอบร่วมปานกลาง คือมีค่าอยู่ระหว่าง 30.77%-88.99%

ตาราง 5 ค่า Eigen value เปรอร์เซ็นต์ความแปรปรวน เปรอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม

องค์ประกอบ ที่	Eigen value	เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน	เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน สะสม
1	2.8234	21.7	21.7
2	2.2763	17.5	39.2
3	1.6488	12.7	51.9
4	1.2469	9.6	61.5
5	1.0304	7.9	69.4
6	.9751	7.5	76.9
7	.7582	5.8	82.8
8	.6474	5.0	87.7
9	.4272	3.3	91.0
10	.3970	3.1	94.1
11	.3658	2.8	96.9
12	.2147	1.7	98.6
13	.1883	1.4	100.0

ค่า Eigen value และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนขององค์ประกอบที่หนึ่ง มีค่าสูงสุดคือค่า Eigen value เท่ากับ 2.8234 และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนเท่ากับ 21.7 แสดงว่าองค์ประกอบที่สกัดความแปรปรวนจากทั้งหมด 21.7 เปอร์เซนต์ องค์ประกอบที่ 2 องค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 4 และองค์ประกอบที่ 5 มีค่า Eigen value เท่ากับ 2.2763, 1.6488, 1.2469 และ 1.0304 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนเท่ากับ 17.5,

12.7, 9.6 และ 7.9 แสดงว่าองค์ประกอบที่ 2, 3, 4 และ 5 สกัดความแปรปรวนจากทั้งหมด 17.5 เปอร์เซ็นต์, 12.7 เปอร์เซ็นต์, 9.6 เปอร์เซ็นต์ และ 7.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบที่ 6 ถึงองค์ประกอบที่ 13 มีค่า Eigen value น้อยกว่า 1 จึงไม่อาจนับได้ว่าองค์ประกอบเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่แท้จริง

ตาราง 6 เมทริกซ์องค์ประกอบ (Factor Matrix) แสดงค่าน้ำหนัก

องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธี Principal Component ก่อนหมุนแกน

แบบทดสอบ	องค์ประกอบ ที่ 1	องค์ประกอบ ที่ 2	องค์ประกอบ ที่ 3	องค์ประกอบ ที่ 4	องค์ประกอบ ที่ 5	Communality
X_1	.8860	.1436	.0431	-.0788	-.1634	.8404
X_2	.7045	.2097	.2612	-.0188	-.1626	.6354
X_3	.7605	.1164	-.0470	.1960	.1384	.6518
X_4	-.1139	-.1755	.7888	.2036	-.0567	.7107
X_5	.0194	-.3932	.7287	.2885	-.0451	.7713
X_6	-.0564	.0627	-.1301	.2995	.7911	.7397
X_7	-.3704	-.1550	-.0327	-.2155	-.3145	.3077
X_8	.7814	.2159	-.0429	-.1297	.0263	.6766
X_9	-.0684	.5082	.1103	.6155	-.3145	.6540
X_{10}	-.2488	.6812	.4485	-.3497	.1040	.8602
X_{11}	-.1667	.6745	.3250	-.4847	.2578	.8899
X_{12}	-.2098	.5324	-.2812	.1868	-.2771	.5183
X_{13}	-.2463	.6908	-.0713	.3914	-.2703	.7693

จากตาราง 6 จะเห็นได้ว่า น้ำหนักองค์ประกอบที่หนึ่งมีค่าสูงในทางบวก ได้แก่ X_1, X_2, X_3, X_8 มีค่าสูงในทางลบได้แก่ X_7 น้ำหนักองค์ประกอบที่ 2 มีค่าสูงในทางบวกได้แก่ $X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ มีค่าสูงในทางลบได้แก่ X_5 น้ำหนักองค์ประกอบที่ 3 มีค่าสูงในทางบวกได้แก่ x_4, x_5, x_{10}, x_{11} น้ำหนักองค์ประกอบที่ 4 มีค่าสูงในทางบวก ได้แก่ x_9, x_{13} มีค่าสูงในทางลบได้แก่ X_{10}, X_{11} น้ำหนักองค์ประกอบที่ 5 มีค่าสูงในทางบวกได้แก่ x_8 มีค่าสูงในทางลบได้แก่ X_7

ตาราง 7 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนฟิสิกส์ ภายหลังการหมุนแกนแบบ Orthogonal โดยวิธี Varimax

แบบทดสอบ	องค์ประกอบ ที่ 1	องค์ประกอบ ที่ 2	องค์ประกอบ ที่ 3	องค์ประกอบ ที่ 4	องค์ประกอบ ที่ 5
X_1	.9033	-.0485	.0698	-.0460	-.1226
X_2	.7667	.0876	.0300	.1568	-.1199
X_3	.7461	-.1625	.0187	-.0349	.2590
X_4	-.0678	.1207	-.0074	.8301	-.0489
X_5	.0014	-.1140	-.1236	.8619	-.0082
X_6	-.1085	.0175	-.0044	-.0711	.8500
X_7	-.3752	-.0002	-.0668	-.0337	-.4016
X_8	.7975	.0540	-.0894	-.1687	.0356
X_9	.0702	.0424	.7370	.1797	.2676
X_{10}	-.0391	.8962	.2136	.0893	-.0431
X_{11}	.0141	.9358	.0672	-.0783	.0565
X_{12}	-.0809	.0887	.6261	-.3079	-.1305
X_{13}	-.0565	.1748	.8513	-.0908	-.0494

จากตาราง 7 ได้ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าน้ำหนักองค์ประกอบเพื่อดูว่าตัวแปรแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่าง ๆ เพียงพอหรือไม่ ตามสูตรของ Bartlett (Child. 1973 : 100) ผลปรากฏว่า จากการหมุนแกนแบบ Orthogonal โดยวิธี Verimax แบบทดสอบในแต่ละองค์ประกอบยังเกาะกลุ่มกันเหมือนเดิม คือ

องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วย X_1, X_6, X_2 และ X_3 ตามลำดับ ซึ่ง X_1 มีน้ำหนักสูงสุด เท่ากับ .9033 รองลงมาได้แก่ X_6, X_2 และ X_3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .7975, .7667 และ .7461 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาดูแบบวัดองค์ประกอบที่หนึ่งจะเห็นว่าเป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ผู้วิจัยจึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่หนึ่งนี้ว่าองค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ โดยมีแบบทดสอบการคำนวณ มีค่าน้ำหนักมากที่สุด จึงใช้แบบทดสอบการคำนวณแทนองค์ประกอบที่หนึ่ง

องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วย X_{11} และ X_{10} ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .9358 และ .8962 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาดูแบบวัดองค์ประกอบที่สอง จะเห็นว่าน้ำหนักองค์ประกอบของความสามารถเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่สองนี้ว่าองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ โดยมีแบบทดสอบประกอบภาพ มีค่าน้ำหนักมากที่สุดจึงใช้แบบทดสอบประกอบภาพแทนองค์ประกอบที่สอง

องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วย X_{13}, X_9 และ X_{12} ซึ่งมีค่าน้ำหนัก .8513, .7370 และ .6261 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาดูแบบวัดองค์ประกอบที่สามจะเห็นว่าเป็นความสามารถเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูลหรือกราฟ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่สามนี้ว่า องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ โดยมีแบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟมีค่าน้ำหนักมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟเป็นตัวแทนองค์ประกอบที่ 3

องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วย X_5 และ X_4 ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .8619 และ .8301 เมื่อพิจารณาดูแบบวัดองค์ประกอบที่สี่ จะเห็นว่าเป็นความสามารถเกี่ยวกับเหตุผลดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่สี่นี้ว่า องค์ประกอบด้านเหตุผล โดยมีแบบทดสอบสรุปความมีค่าน้ำหนักสูงสุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบสรุปความเป็นตัวแทนองค์ประกอบที่ 4

องค์ประกอบที่ 5 มีแบบทดสอบด้านการใช้ภาษาเท่านั้นเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีน้ำหนักองค์ประกอบ .8500 ผู้วิจัยจึงตั้งองค์ประกอบที่ห้านี้ว่าองค์ประกอบด้านภาษา

หลังจากที่ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบในตอนต้นที่ 1 พบว่ามี 5 องค์ประกอบแล้วจึงเอาคะแนนองค์ประกอบทั้งห้าองค์ประกอบเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการวัด

แบบทดสอบ	จำนวนข้อ	X	S.D.	C.V.	r_{tt}	SE_{mean}
การคำนวณ	15	8.48	2.13	25.51	0.648**	0.124
ประกอบภาพ	14	8.21	2.08	25.33	0.638**	0.172
ตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ	15	7.72	1.80	23.32	0.653**	0.126
สรุปความ	15	7.60	1.90	25.00	0.574**	0.126
การใช้ภาษา	15	8.12	2.01	24.75	0.679**	0.129
ฟิสิกส์	50	29.74	5.17	17.38	0.895**	0.392

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากตาราง 8 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่วัดองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ มีความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกองค์ประกอบ แสดงว่าแบบทดสอบที่วัดองค์ประกอบในแต่ละองค์ประกอบมีคุณภาพเชื่อถือได้

**ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัว
พยากรณ์และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์**

ตาราง 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวพยากรณ์และสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์

องค์ประกอบ	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Y
D ₁ (ด้านคณิตศาสตร์)	1.000	-.170	0.254**	0.196**	0.152	0.884**
D ₂ (ด้านมิติสัมพันธ์)	-0.170*	1.000	-0.104	-0.149	-0.116	-0.165*
D ₃ (ด้านตีความหมาย จากข้อมูลหรือ กราฟ)	0.254**	-0.104	1.000	.325**	0.308**	0.332**
D ₄ (ด้านเหตุผล)	0.196**	-0.149	0.325**	1.000	0.639**	0.254**
D ₅ (ด้านภาษา)	0.152	-0.116	0.308	0.639**	1.000	0.211**
Y (ฟิลิกส์)	0.884**	-0.165*	0.211**	0.332**	0.332**	1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ และตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านภาษา ส่วนองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าแบบทดสอบดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์มากที่สุด คือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.884 รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.332 องค์ประกอบด้านเหตุผล ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.254 องค์ประกอบด้านภาษา ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.211 และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.165 ตามลำดับ

ตอนที่ 4 หาสมการพยากรณ์ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานและคะแนนดิบ

เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์ และคะแนนจากตัวพยากรณ์ทั้ง 5 ตัว ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 381 คน โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ F-test) ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 การทดสอบความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์ และคะแนนจากตัวพยากรณ์ทั้ง 5 ตัว ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 381 คน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	3	8075.1389	2691.7129	490.0694**
Residual	377	2070.6773	5.4925	
Total	381	10145.8162	2697.2054	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ทั้ง 5 ตัว พบว่า มีตัวพยากรณ์เพียง 3 ตัว ได้แก่ ตัวประกอบด้านคณิตศาสตร์ ตัวประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และตัวประกอบด้านเหตุผล ที่ค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์ มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง เฉพาะตัวประกอบด้านคณิตศาสตร์ ตัวประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และตัวประกอบด้านเหตุผล เท่านั้น

เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้ตัวประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบเป็นตัวพยากรณ์ เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight) สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (SE_{β}) ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (SE_{est}) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (b, β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ($SE_{e.u.}$) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ตัวพยากรณ์	b	β	SE_b	p
องค์ประกอบด้าน คณิตศาสตร์ (D_1)	2.0569	0.84803	.05880	.0000**
องค์ประกอบด้าน การตีความหมาย จากข้อมูลหรือ กราฟ (D_3)	0.26643	0.09773	.06852	.0001**
องค์ประกอบด้าน เหตุผล (D_4)	0.14114	0.05537	.06318	.0261**

$$R = 0.8921$$

$$R^2 = 0.7959$$

$$SE_{e.u.} = 2.3436$$

$$a = 9.0882$$

$$p^{**} < .01$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 11 พบว่า ตัวพยากรณ์ทุกตัวส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์มากที่สุดคือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ รองลงมาได้แก่องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และองค์ประกอบด้านเหตุผลตามลำดับ

ตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ได้ 79.59% ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์ทั้ง 3 ตัว มีค่าเท่ากับ 0.8921 ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ ± 2.3436 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณดังกล่าวมีค่าสูงกว่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์แต่ละตัว แสดงว่าการใช้ตัวพยากรณ์พร้อม ๆ กันทั้ง 3 ตัว จะร่วมพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ดีกว่าการใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งพยากรณ์โดยใช้องค์ประกอบทั้งสามองค์ประกอบได้แก่ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ (D_1) ด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ (D_9) และด้านเหตุผล (D_4) เป็นตัวพยากรณ์ ได้สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$Y_c = 9.0882 + 2.0565D_1 + 0.2664D_9 + 0.1411D_4$$

สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$Z_c = 0.8480Z_1 + 0.0977Z_9 + 0.0553Z_4$$

ตอนที่ 5 ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ในการค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้หาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ โดยการเริ่มตัวพยากรณ์ทีละตัว โดยพิจารณาเลือกตัวพยากรณ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (Beta-Weight) สูงสุดเข้าก่อน คือตัวพยากรณ์ด้านคณิตศาสตร์ (D_1) แล้วทดสอบค่าความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้ F-test และทำเช่นเดียวกับตัวพยากรณ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ รองลงมาได้แก่ ตัวพยากรณ์ด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ (D_9) ตัวพยากรณ์ด้านเหตุผล (D_4) ตัวพยากรณ์ด้านภาษา (D_5) และตัวพยากรณ์ด้านมิติสัมพันธ์ (D_2) ตามลำดับ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ตัวพยากรณ์ที่นำเข้า	R	R ²	F
D ₁	0.8837	0.7810	1352.0093**
D ₃	0.8906	0.7932	724.9585**
D ₄	0.8921	0.7959	490.0694**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้แบบทดสอบในองค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ (D₁) เป็นตัวพยากรณ์ สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนฟิสิกส์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 78.11 และเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์แบบทดสอบองค์ประกอบด้านการศึกษาความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ (D₃) แล้ว พบว่าอำนาจการพยากรณ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 79.32 ซึ่งค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อตรวจสอบความแตกต่างกับอำนาจพยากรณ์เดิมแล้ว พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์องค์ประกอบด้านเหตุผล (D₄) แล้ว พบว่าอำนาจการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 79.59 ซึ่งค่าที่เพิ่มขึ้นนี้ เมื่อตรวจสอบความแตกต่างกับอำนาจการพยากรณ์เดิมแล้ว พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับองค์ประกอบด้านภาษา (D₅) และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (D₂) เมื่อเพิ่มเข้าไปแล้วพบว่า ความแตกต่างกับอำนาจพยากรณ์เดิมเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงตัดทิ้งไป

ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ดีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น ควรใช้แบบทดสอบที่วัดองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบเป็นตัวพยากรณ์ จึงจะทำให้มีอำนาจการพยากรณ์ได้แม่นยำขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อวิเคราะห์หองค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทย์-คณิต ที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ และกำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2537 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีจำนวน 1,250 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มีสองประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ มีกำหนด 13 ตัวแปร ดังนี้

- 1.1 แบบทดสอบการคำนวณ
- 1.2 แบบทดสอบการแก้ปัญหา
- 1.3 แบบทดสอบจัดประเภท
- 1.4 แบบทดสอบอุปมาอุปไมย

- 1.5 แบบทดสอบสรุปความ
- 1.6 แบบทดสอบการใช้ภาษา
- 1.7 แบบทดสอบคำตรงข้าม
- 1.8 แบบทดสอบความจำ
- 1.9 แบบทดสอบอนุมานภาพ
- 1.10 แบบทดสอบข้อนภาพ
- 1.11 แบบทดสอบประกอบภาพ
- 1.12 แบบทดสอบนับลูกบาศก์
- 1.13 แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิลิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 5 องค์ประกอบ คือ
 - 1.1 องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์
 - 1.2 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์
 - 1.3 องค์ประกอบด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
 - 1.4 องค์ประกอบด้านเหตุผล
 - 1.5 องค์ประกอบด้านภาษา
2. หลังจากได้วิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิลิกส์ ได้ผลดังข้อ 1 แล้ว จึงนำเอาองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านภาษาเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ และตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ยกเว้นองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเป็นลบอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และตัวพยากรณ์ 3 ตัว คือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และองค์ประกอบด้านเหตุผลส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และองค์ประกอบด้านเหตุผล เมื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดองค์ประกอบทั้ง 3 นี้มาสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

สมการในรูปคะแนนดิบ

$$Y_c = 9.0882 + 2.0565 \text{ด้านคณิตศาสตร์} + 0.2664 \text{ด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ} + 0.1411 \text{ด้านเหตุผล}$$

สมการในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_c = 0.8480Z \text{ด้านคณิตศาสตร์} + 0.0977Z \text{ด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ} + 0.0553Z \text{ด้านเหตุผล}$$

อภิปรายผล

1. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ พบว่ามี 5 องค์ประกอบคือ

1. องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์
2. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์
3. องค์ประกอบด้านตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
4. องค์ประกอบด้านเหตุผล
5. องค์ประกอบด้านภาษา

ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 1 การที่ผู้วิจัยตั้งข้อองค์ประกอบเหล่านี้ มีเหตุผลดังนี้

1.1 องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ น้ำหนักองค์ประกอบเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ แบบทดสอบการคำนวณ แบบทดสอบความจำ แบบทดสอบการแก้ปัญหา และแบบทดสอบจัดประเภท

1.2 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ น้ำหนักองค์ประกอบเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ และแบบทดสอบซ้อนภาพ

1.3 องค์ประกอบทางด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ น้ำหนักองค์ประกอบเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ แบบทดสอบตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ แบบทดสอบหมุนภาพ และแบบทดสอบนับลูกบาศก์

1.4 องค์ประกอบทางด้านเหตุผล น้ำหนักองค์ประกอบเรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ แบบทดสอบสรุปความและแบบทดสอบอุปมาอุปไมย

1.5 องค์ประกอบด้านภาษา ประกอบด้วยแบบทดสอบการใช้ภาษา

หลังจากที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่เป็นตัวแทนองค์ประกอบทั้งห้าเป็นตัวพยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าองค์ประกอบที่พยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ได้ดี และมีความสัมพันธ์ในทางบวก มี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และองค์ประกอบด้านเหตุผล มีความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 2 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิทย์ ภักธมัย ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า ตัวพยากรณ์คือ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ด้านคณิตศาสตร์ และด้านเหตุผล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลวิจัยของแอคเคอร์สัน ซึ่งทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็นฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา สรุปผลการวิจัยว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีพื้นฐานคณิตศาสตร์ (Ackerson. 1966 : 44) สวรรค์ อ่อนนาค ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพด้านเหตุผล

พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (สวรค์ อ่อนนาค. 2511 : 38) โรเบอ์สัน ได้พบว่านักเรียนที่เรียนฟิสิกส์เบื้องต้นมีความสามารถในการสร้างและตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Robertson. 1972 : 1542)

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และเหตุผล สามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟและเหตุผล วัดได้ด้วยแบบทดสอบการคำนวณ ตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และสรุปความ ดังนั้นจึงควรใช้แบบทดสอบการคำนวณ ตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และสรุปความ เป็นเครื่องมือช่วยในการแนะแนวการเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สุดประเสริฐ. "แนวการวัดผลในโรงเรียน" ใน จุดยืนและทิศทางของการศึกษาไทย. วัฒนาพานิช 2518, หน้า 73.
- กู่เกียรติ เอี้ยวเจริญ. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนวิทยาลัยพลศึกษา. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ชวลิต วัฒนวงศ์. การศึกษาสภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนและการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงของสถานฝึกหัดครูปีการศึกษา 2516. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.
- ชวาล แพรัตกุล. "ความหมายของความถนัด," ใน พัฒนาวัดผล 5. สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, หน้า 1-14.
- ด้าย เชียงฉี. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519. อัดสำเนา.
- นคร เทพวรรณ. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2521. อัดสำเนา.
- เน่งน้อย เพชรรัตน์. ผลของการเรียงลำดับข้อความด้วยวิธีต่าง ๆ กันที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

- บุญชม ศรีสะอาด. แบบทดสอบวัดความถนัด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2513.
- _____. การวัดเชาว์ปัญญาและความถนัด. ศูนย์เอกสารและตำรา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2524, 145 หน้า.
- บุญถิ่น อัตถากร และรัตนา ตันบุญदैก. การเตรียมครู. โรงพิมพ์ครูสภา 2513, 35 หน้า.
- ปิยรัตน์ ก้องกิตต์ไพศาล. การใช้ตรรกศาสตร์ในการสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2513. อัดสำเนา.
- พรชัย พิชรินทร์ตะนกุล. "ฟิลิกส์ธรรม" วิทยาศาสตร์ 36 : 554 - 561 สิงหาคม 2525 รายงานการสัมมนาศึกษานิเทศก์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนกลาง และเขตการศึกษา. เมื่อ 22 - 26 สิงหาคม 2525 ณ โรงเรียนปริยัติธรรมวัดวรนาถบรรพต อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 2525, อัดสำเนา.
- พิกุล เกตุประดิษฐ์. การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ม.ศ.ปลาย. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- พิทักษ์ รัชชาพลเดช. การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 82 หน้า.
- มณฑิ อินทะนา. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ยาใจ ศุภสมเฆ. การเปรียบเทียบตัวแปรเชิงพยากรณ์ที่มีผลต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ของนิสิตชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการศึกษางานแสนและปทุมวัน ปีการศึกษา 2510. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.

- ล้วน สายยศ. การค้นหัตถ์พยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา 2510. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติทางการศึกษา. วัฒนาพานิช, 2522. _____ . หลักการวิจัยทางการศึกษา. ศึกษาพรจำกัด, 2528.
- ลือชัย ชื่นอ้อม. การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนชั้นอนุบาล ในกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- วิภา ภักธมัย. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- วิสูตร รอดเชื้อ. การศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบที่ใช้สอบคัดเลือกนักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ของวิทยาลัยครูเพชรบุรี และวิทยาลัยครูนครปฐม. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.
- ศิริกร ภูไพบูลย์. การใช้ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์และเหตุผลเชิงนามธรรมทำนายสัมฤทธิ์ผลในวิชาเรขาคณิต. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. อัดสำเนา.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีนานูเคราะห์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2523, 145 หน้า.
- ส.วาสนา ประवालพฤษ์. คำบรรยายวิชาการวิเคราะห์องค์ประกอบ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- สงบ ลักษณะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบคัดเลือก คะแนนจากแบบทดสอบ ติดตามผล และผลการเรียนของนักเรียนฝึกหัดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2509. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน, กระทรวงศึกษาธิการ.

คู่มือครู วิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 421 ท้องแนะนำในการสอนฟิสิกส์ระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2520.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. ไทยวัฒนา
พานิช 2518, 106 หน้า.

สวรรค์ อ่อนนาค. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับ
สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลและความเชื่อในคติชาวบ้านของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.

สวัสดิ์ ประทุมราช. "การเรียนรู้เพื่อรู้" ใน พัฒนาวิทย์ผล 10 หน้า 19 โรงพิมพ์
เจริญพัฒน์, 2517.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถ
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.7.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร,
2512. อัดสำเนา.

สุชาติ สัตระกุล. องค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

เสริม ทศศรี. การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสงขลา.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2518. อัดสำเนา.

อนุสรณ์ สกลคู. การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ปีการ
ศึกษา 2519. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

- อนันต์ จันทร์แก้ว. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียน ม.ศ.2 และ ม.2
ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภณ. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช 2525,
287 หน้า.
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2530, หน้า 39.
- อัจฉรา ลักษณะวสันต์. การวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามัคคี ในนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปริญญานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2534. 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.
- Adams, G.S. Measurement and Evaluation in Education
Psychology and Guidance. New York, Holt Rineheart
and Winston, 1964. 654 p.
- Anastasi, Ann. Psychological Testing. New York, Macmillan,
1968. 665 p.
- Andersen, Hans O. and Paul G. Koutnik. Toward More
Effective Science Instruction in Secondary Education.
New York, Macmillan, 1972. 241 p.

Anderson, J.E. "Intelligence Tests of Yale Freshman,"
School and Society. 2 : 417-420; April, 1920.

Benneth, G.K., Sheashore and Wesman. "The Differential
 Aptitude Test an Overview," The Personnel and
 Guidance Journal. 35 : 81-91; October, 1956.

Bingham, Walter Van Dyke, Aptitudes and Aptitude Testing.
 New York and London, Harper & Brothers Publisher,
 1937. 390 p.

Brown, Kenneth E. and Phillip G. Johnson. "Education
 for the Talented in Mathematic and Science,"
Bulletin Office of Education Washington. 15 : 3-4,
 1952.

Brown, R.E. and Phillip G. Johnson. "Education for The
 Talented in Mathematics and Sciences," Edlletin
 Office of Education. Washington, 15 : 3-4, 1965.

Brune, I.H. "Language in Nathematics," The Learning of
 Mathematics: Its Theory and Practice. p. 151-191,
 Washington D.C., The National Council of Teachers
 of Mathematics, 1953.

Burnett, Raymond Will. Teaching Science in the Elementary
 School. New York, Rinehart. 1953. 541 p.

Campbell, John Pual. The Use and Evaluation of an Iterative Multiple Success by Coiteion Grouptint'" Dissertation Abstracts. 26 : 862-863; August, 1965.

Child, D., The Essential of Factor Analysis, London : Rhiehart Press, 1973.

Clifford, Paul I. "Testing the Educational and Psychological Development of Adolescents Ages 12-18, "Review of Educational Research. 38 : 31; February, 1968.

Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. New York, Harper & Row Publishers, 1970. 752 P.

Crowder, Norman A. "The Holzinger-Crowder Uni-Factor Tests," The Personnel and Guidance Journal. 35 : 281-286, January, 1957.

De Cecco, John D. The Psychology of Learning and Instruction Education Psychology. Hew Jersey, Prentice-Hall Inc., 1968. 800 p.

Egeland, Byrond Richer. "The Relationship of Intelligence, Visual, Motor Skills and Psycholinguistic Abilities in the First Grade," Dissertation Abstracts. 27 : 388-389; July-September, 1966.

Elle, Mertin Ineph. "Prediction of Academic Success of Freshman at Southern Oregon College," Dissertation Abstracts. 27 : 2875-2876; March, 1967.

Ewald, Hottie Hoff. "The Relationship of Scores on the Differential Aptitude Test to Scholarship in High School and College," Dissertation Abstracts. 22 : 800; October, 1961.

Flanagan, John C. Flanagan Aptitude Classification Test. Chicago, Science Research Association Inc., 1959. 70 p.

Fred N. Kelinger, Elazar J. Pedhazur, Multiple Regression in Behavioral Research, 1973.

Freeman, Elizabeth Claire. "An Investigation of the Relationship of Intelligence, Aptitudes, Mathematics and Natural Science Grades to Achievement in High School Chemistry," Dissertation Abstracts. 36 : 3544; December, 1975.

Furst, Edward J., "Relationship between Tests of Intelligence and Tests of Critical Thinking and of Knowledge," The Journal of Educational Research 43 : 645; April, 1950.

- Furst, Edward J., "Effect of Organization of Learning Experience upon the Organization of Learning Outcome," Journal of Educational Research. 18 : 215-218; March, 1954.
- Gray, Bernard. "The Differential Aptitude Test in a Military Academic Setting," Journal of Educational Research. 58 : 352-354; April, 1965.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York, McGraw-Hill Book Company, 1956, 538 p.
- Hilgard, Earnest. Introduction to Psychology. New York, Harcourt, Brace and Company, 1957. 653 p.
- Hill, John R. "Factor Analysis Abilities and Success in College Mathematics," Education and Psychological Measurement. 17 : 615-622, 1957.
- Holland, John L. "The Prediction of College Grades from the California Psychological Inventory and the Scholastic Aptitude Variables," The Journal of Educational Psychology. 50 : 135-142; August, 1957.
- Ingersoll, Ralph W. and Herman J. Peters. "Predictive Indices of the GATB," The Personnel and Guidance Journal. 44 : 931-937; May, 1966.

- Jordan, A.M. "Some Results and Correlations of Army Alpha Tests," School and Society. 2 : 354-358; May, 1920.
- Keller Duwayne E. and Vinton W. Rawley. "The Relations a Intelligence and Scholastic Achievement in Junior High School Children," The Journal of Educational Resserch. 58 : 167-170; December, 1964.
- Kilpatrick, J. "Problem Solving in Mathematics," Review of Education Research. 39 : 523-534; October, 1969.
- Krech, David, Richard S. Cratchfield and Norman Livson. Elements of Psychology. New York, Alfred A. Knopt, 1969. 864 p.
- Lauber, Margaret. "Correlation Analysis of WISC and Achievement Tests," The Journal of Educational Psychology. 48 : 18-26; Junuary, 1957.
- Laurent, Marie Jeanne. "The Construction and Evaluation of Listening Curriculum for Grade 5 and 6," Dissertation Abstracts. 27 : 4167-4168; June; 1967.
- Martin, Mavie Doughty. "Reading Comprehension Abstract, Verbal Reasoning and Computation as Factors in Arithmstic of Appalachian Kentucky," Dissertation Abstracts. 24 : 4547-4548; July, 1964.

Mathis, Harry Rey. "The Validity of the American College Test in the Prediction of Academic Achievement in Community Colleges of Appalachian Kentucky,"

Mc Nemmar, Orinn. Psychological Statistics. New York, John Wiley & Sons, 1962. 451 p.

Mitchell, Hlythe C. "The Relation of High school Achievement to the Abilities Measured by the Holzinger-Crowder Uni-Factor tests," Educational and Psychological Measurement. 15 : 487-490; Winter, 1955.

Monroe, Marion. "Reading Aptitude Test for the Prediction of Success and Failure in Reginning Reading," Education. 56 : 7-17, 1935.

Nunnally, Jum C. Educational Measurement and Evaluation. New York, McGraw-Hill, 1964, 440 p.

Poole, William F. "Factors Related to Enrollment in Secondary School Physics," Dissertation Abstracts. 30 : 1541; November, 1969.

Richardson, M. and Richardson L.F. Fundamentals of Mathematics. 4th ed. New York : Macmillan, 1973.

- Robertson, Harold Frederick. "A Study of the Effect
Introductory Physical Science Produces in Students'
Abilities in Selected Areas of Physics",
Dissertation Abstracts. 33 : 1537-1542; October,
1972.
- Segel, David. "The Validity of a Multiple Aptitude Test
at the Secondary School level," Educational and
Psychological Measurement. : 695-705; Winter, 1957.
- Segel, David and Evelyn Raskin. Manual Multiple Aptitude
Test CTB. California, McGraw-Hill Book Company,
1959. 24 p.
- Sharo, Ernest Adam. "Physics, Mathematics, and Visual
Spatial Relations. An Investigation of Aptitude
in the Formation of Mental Concepts of Visual
Spatial Relations as a Partial Index of Academic
Achievement in High School Physics and Mathematics,"
Dissertation Abstracts. 30 : 1291; October, 1962.
- Smith, Macfarlane. Spatial Ability. London, University
of London Press, 1964.
- Smith, W.N. "Differential Prediction of Two Test
Batteries," The Journal of Educational Research.
53 : 103-104; February, 1959.

- Smith, W.N. "Differential Prediction of Two Test Batteries," The Journal of Educational Research. 5 : 39-42; September, 1963.
- Spitzer, Herbert F. "Learning and Teaching Arithmetic," in The Teaching of Arithmetic. P.19. Chicago, University of Chicago Press, 1935.
- Stinson, Pairlee J. "Sex Differences Among High School Senior," The Journal of Educational Research, 53 : 103-104; February, 1959.
- Strowbridge, E.D. "Relationships Between Twelve Characteristics of Abilities in Mathematics and Successful Achievement in an Eight Grade MSG Algebra Program," Dissertation Abstract. 28 : 1014-A; September, 1967.
- Thomas, Charles Leo., "The Relative Effectiveness of High School Grades and Standardized Test Scores for Predicting College Grades of Black Students," Dissertation Abstracts International. 32 : 2495-A-2496-A; November, 1971.
- Thurstone, L.L. Primary Mental Abilities. Chicago, The University of Chicago Press, 1957. 121 p.

Traxler, Haward Wesley. "Determining the Usefulness of the General Aptitude Test Battery in Predicting Student Success in a Technical Vocational High School," Dissertation Abstracts. 27 : 970; October, 1966.

Walter Earl. "Relationships Between High School Physics Teacher Characteristics and Teacher-Student Attitude Toward Physics," Dissertation Abstracts. 33 : 623; September, 1972.

ภาคผนวก

ตาราง 13 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบการคำนวณ

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.908	0.461	0.669	0.355	11.21
2	0.638	0.199	0.402	0.356	14.04
3	0.709	0.234	0.488	0.399	13.16
4	0.887	0.589	0.738	0.278	10.41
5	0.716	0.078	0.337	0.507	14.73
6	0.787	0.298	0.602	0.387	11.92
7	0.801	0.227	0.516	0.469	12.80
8	0.950	0.574	0.786	0.416	9.79
9	0.631	0.156	0.338	0.412	14.71
10	0.957	0.213	0.621	0.602	11.72
11	0.752	0.369	0.593	0.331	12.02
12	0.518	0.227	0.382	0.301	14.24
13	0.922	0.558	0.753	0.385	10.22
14	0.816	0.518	0.696	0.313	10.91
15	0.957	0.397	0.700	0.465	10.86

ตาราง 14 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหา

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.929	0.496	0.761	0.371	10.12
2	0.894	0.390	0.711	0.457	10.73
3	0.800	0.371	0.581	0.415	11.80
4	0.851	0.390	0.600	0.359	11.94
5	0.879	0.255	0.608	0.495	11.86
6	0.965	0.447	0.750	0.488	10.27
7	0.957	0.546	0.790	0.426	9.74
8	0.738	0.418	0.549	0.288	12.47
9	0.901	0.418	0.686	0.433	11.02
10	0.723	0.426	0.554	0.236	12.41
11	0.894	0.496	0.698	0.354	10.89
12	0.915	0.590	0.771	0.337	10.00
13	0.936	0.518	0.730	0.376	10.50
14	0.865	0.298	0.551	0.438	12.45
15	0.709	0.348	0.553	0.333	12.43

ตาราง 15 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบจัดประเภท

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	1.00	0.433	0.795	0.586	9.66
2	0.574	0.078	0.256	0.464	15.66
3	0.862	0.390	0.642	0.396	11.50
4	0.922	0.213	0.587	0.574	12.08
5	0.865	0.348	0.621	0.408	11.72
6	0.759	0.206	0.562	0.401	12.33
7	0.887	0.210	0.558	0.536	12.37
8	0.879	0.259	0.614	0.505	11.80
9	0.887	0.254	0.644	0.496	11.48
10	0.773	0.220	0.403	0.414	14.02
11	0.851	0.217	0.480	0.521	13.24
12	0.553	0.199	0.300	0.351	15.14
13	0.752	0.232	0.421	0.446	13.84
14	0.894	0.404	0.658	0.427	11.33
15	0.830	0.184	0.535	0.549	12.60

ตาราง 16 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน

(Δ) ของแบบทดสอบอุปมาอุปไมย

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.943	0.447	0.711	0.407	10.73
2	0.816	0.511	0.677	0.284	11.12
3	0.773	0.312	0.556	0.381	12.39
4	0.922	0.567	0.728	0.362	10.53
5	0.603	0.220	0.403	0.309	14.02
6	0.816	0.092	0.424	0.538	13.80
7	0.844	0.121	0.509	0.566	12.96
8	0.738	0.333	0.553	0.313	12.43
9	0.716	0.252	0.489	0.370	13.04
10	0.482	0.142	0.293	0.324	15.22
11	0.745	0.248	0.576	0.401	12.22
12	0.872	0.376	0.579	0.387	12.16
13	0.929	0.489	0.736	0.395	10.43
14	0.901	0.440	0.663	0.426	11.27
15	0.936	0.532	0.786	0.463	9.97

ตาราง 17 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบสรุปความ

ข้อ	P _H	P _L	P	r	Δ
1	0.730	0.298	0.505	0.355	12.96
2	0.674	0.078	0.338	0.519	14.71
3	0.986	0.383	0.719	0.554	10.64
4	0.957	0.397	0.641	0.513	11.52
5	0.915	0.447	0.774	0.465	9.95
6	0.887	0.291	0.581	0.494	12.14
7	0.943	0.454	0.755	0.472	10.20
8	0.851	0.404	0.652	0.407	11.40
9	0.631	0.156	0.402	0.391	14.04
10	0.440	0.113	0.317	0.289	14.94
11	0.745	0.241	0.455	0.408	13.49
12	0.723	0.390	0.539	0.267	12.57
13	0.922	0.518	0.704	0.329	10.82
14	0.702	0.291	0.532	0.342	12.64
15	0.929	0.582	0.746	0.333	10.32

ตาราง 18 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน

(Δ) ของแบบทดสอบการใช้ภาษา

ข้อ	P _H	P _L	P	r	Δ
1	0.801	0.227	0.554	0.427	12.41
2	0.915	0.309	0.604	0.514	11.90
3	0.801	0.355	0.591	0.357	12.04
4	0.972	0.426	0.727	0.470	10.55
5	0.887	0.355	0.648	0.483	11.44
6	0.929	0.411	0.702	0.447	10.84
7	0.965	0.454	0.767	0.487	10.05
8	0.879	0.411	0.663	0.448	11.27
9	0.915	0.546	0.774	0.446	9.95
10	0.950	0.525	0.748	0.442	10.29
11	0.929	0.362	0.665	0.474	11.25
12	0.943	0.504	0.698	0.353	10.89
13	0.823	0.433	0.665	0.428	11.25
14	0.872	0.446	0.681	0.397	11.08
15	0.908	0.603	0.771	0.235	10.00

ตาราง 19 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบค่าตรงข้าม

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.688	0.369	0.581	0.310	12.14
2	0.979	0.454	0.727	0.455	10.55
3	0.901	0.241	0.572	0.506	12.24
4	0.844	0.362	0.623	0.380	11.70
5	0.858	0.681	0.769	0.178	10.02
6	0.468	0.206	0.291	0.206	15.25
7	0.426	0.078	0.256	0.298	15.66
8	0.887	0.546	0.694	0.310	10.93
9	0.893	0.688	0.734	0.353	9.09
10	0.950	0.652	0.800	0.252	10.96
11	0.652	0.277	0.514	0.338	12.82
12	0.957	0.383	0.679	0.478	11.10
13	0.504	0.199	0.254	0.255	15.68
14	0.738	0.348	0.526	0.360	12.70
15	0.830	0.149	0.543	0.551	12.53

ตาราง 20 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน

(Δ) ของแบบทดสอบความจำ

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.603	0.348	0.489	0.260	13.04
2	0.404	0.085	0.233	0.332	15.95
3	0.730	0.170	0.455	0.384	13.49
4	0.879	0.567	0.694	0.323	10.93
5	0.752	0.184	0.505	0.461	12.96
6	0.674	0.312	0.514	0.610	12.82
7	0.759	0.163	0.512	0.466	12.84
8	0.567	0.227	0.398	0.305	14.08
9	0.773	0.255	0.522	0.434	12.74
10	0.801	0.496	0.644	0.265	11.48
11	0.894	0.511	0.721	0.367	10.62
12	0.780	0.227	0.589	0.421	12.06
13	0.582	0.277	0.426	0.254	13.78
14	0.397	0.135	0.228	0.292	16.03
15	0.674	0.312	0.524	0.232	12.72
16	0.801	0.433	0.581	0.321	12.14
17	0.851	0.504	0.642	0.293	11.50
18	0.837	0.475	0.679	0.282	11.10
19	0.652	0.305	0.444	0.243	13.61
20	0.809	0.504	0.644	0.243	11.48
21	0.858	0.340	0.694	0.484	10.93
22	0.865	0.496	0.711	0.360	10.73

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
23	0.929	0.440	0.742	0.484	10.36
24	0.879	0.574	0.755	0.377	10.20
25	0.695	0.340	0.453	0.266	13.51
26	0.865	0.496	0.711	0.349	10.73
27	0.901	0.504	0.709	0.283	10.75
28	0.589	0.191	0.380	0.341	14.26

ตาราง 21 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน

(Δ) ของแบบทดสอบพหุนภาพ

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.426	0.128	0.273	0.302	15.45
2	0.887	0.489	0.730	0.383	10.50
3	0.809	0.511	0.732	0.313	10.48
4	0.482	0.099	0.283	0.343	15.34
5	0.801	0.277	0.549	0.443	12.47
6	0.901	0.461	0.721	0.404	10.62
7	0.723	0.170	0.484	0.441	13.20
8	0.826	0.213	0.465	0.446	13.40
9	0.780	0.383	0.551	0.325	12.45
10	0.574	0.142	0.361	0.393	14.46
11	0.475	0.050	0.184	0.449	15.65
12	0.695	0.220	0.417	0.391	13.88
13	0.759	0.333	0.493	0.351	13.04
14	0.596	0.092	0.279	0.439	15.38
15	0.863	0.391	0.639	0.376	11.54
16	0.759	0.348	0.497	0.364	13.04

ตาราง 22 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบข้อรูปภาพ

ข้อ	P _H	P _L	P	r	Δ
1	0.922	0.482	0.728	0.355	10.53
2	0.837	0.184	0.467	0.536	13.38
3	0.582	0.135	0.369	0.390	14.38
4	0.950	0.227	0.662	0.622	11.29
5	0.688	0.130	0.398	0.470	14.08
6	0.922	0.340	0.656	0.472	11.36
7	0.979	0.262	0.681	0.587	11.08
8	0.993	0.482	0.778	0.457	9.90
9	0.943	0.241	0.621	0.586	11.72
10	0.809	0.191	0.499	0.472	13.04
11	0.936	0.376	0.727	0.507	10.55
12	0.901	0.461	0.667	0.371	11.23
13	0.929	0.440	0.740	0.460	10.39
14	0.929	0.362	0.685	0.443	11.04
15	0.901	0.326	0.604	0.486	11.90
16	0.809	0.312	0.530	0.370	12.66
17	0.887	0.489	0.688	0.381	11.00
18	0.950	0.418	0.721	0.489	10.62

ตาราง 23 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบประกอบภาพ

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.741	0.333	0.525	0.349	12.71
2	0.889	0.519	0.690	0.339	10.98
3	0.722	0.204	0.495	0.403	13.04
4	0.926	0.426	0.705	0.436	10.81
5	0.685	0.259	0.460	0.395	13.44
6	0.889	0.574	0.740	0.337	10.39
7	0.889	0.593	0.775	0.291	9.94
8	0.593	0.185	0.345	0.328	14.64
9	0.907	0.519	0.740	0.337	10.39
10	0.926	0.537	0.730	0.319	10.51
11	0.667	0.222	0.450	0.416	13.54
12	0.907	0.315	0.560	0.456	12.36
13	0.796	0.444	0.635	0.312	11.58
14	0.852	0.444	0.680	0.389	11.09

ตาราง 24 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบนี้ยูลูกบาศก์

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.809	0.262	0.581	0.461	12.14
2	0.745	0.191	0.449	0.440	13.55
3	0.842	0.333	0.600	0.422	11.94
4	0.894	0.220	0.635	0.552	11.58
5	0.915	0.355	0.665	0.494	11.25
6	0.553	0.177	0.300	0.361	15.14
7	0.887	0.168	0.497	0.549	13.04
8	0.915	0.206	0.577	0.565	12.18
9	0.468	0.136	0.285	0.303	15.31
10	0.645	0.298	0.520	0.307	12.76
11	0.577	0.306	0.269	0.306	16.97
12	0.397	0.078	0.220	0.341	16.13

ตาราง 25 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.723	0.201	0.403	0.384	14.02
2	0.851	0.426	0.663	0.390	11.27
3	0.766	0.206	0.488	0.411	13.16
4	0.851	0.532	0.715	0.359	10.69
5	0.631	0.099	0.337	0.477	14.73
6	0.773	0.298	0.602	0.381	11.92
7	0.844	0.262	0.511	0.475	12.96
8	0.957	0.532	0.780	0.411	9.87
9	0.624	0.213	0.346	0.383	14.62
10	0.574	0.135	0.338	0.405	14.71
11	0.922	0.170	0.621	0.587	11.72
12	0.816	0.369	0.593	0.367	12.02
13	0.560	0.170	0.382	0.301	14.24
14	0.965	0.522	0.753	0.426	10.22
15	0.858	0.504	0.696	0.337	10.91

ตาราง 26 ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ระดับความยากมาตรฐาน
(Δ) ของแบบทดสอบวิชาฟิสิกส์

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	0.993	0.404	0.793	0.651	9.69
2	0.957	0.447	0.803	0.603	9.55
3	0.851	0.319	0.608	0.413	11.86
4	0.915	0.440	0.759	0.535	10.15
5	0.929	0.461	0.727	0.408	10.55
6	0.901	0.390	0.648	0.425	11.44
7	0.872	0.447	0.702	0.401	10.84
8	0.965	0.511	0.767	0.459	10.05
9	0.929	0.411	0.780	0.568	9.87
10	1.000	0.496	0.811	0.606	9.44
11	0.787	0.546	0.667	0.265	11.23
12	0.475	0.383	0.352	0.278	14.56
13	0.929	0.660	0.774	0.331	9.95
14	0.915	0.603	0.748	0.323	10.29
15	0.879	0.397	0.665	0.386	11.25
16	0.894	0.638	0.800	0.337	9.06
17	0.800	0.766	0.731	0.440	7.03
18	0.901	0.525	0.698	0.325	10.89
19	0.909	0.546	0.749	0.548	8.83
20	0.872	0.482	0.685	0.316	11.04
21	0.901	0.638	0.771	0.207	10.00
22	0.567	0.270	0.467	0.250	13.38

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
23	0.851	0.589	0.669	0.240	11.21
24	0.184	0.149	0.207	0.233	16.31
25	0.716	0.071	0.308	0.490	15.05
26	0.887	0.369	0.604	0.375	11.90
27	0.851	0.078	0.528	0.593	12.68
28	0.879	0.177	0.476	0.501	13.28
29	0.879	0.255	0.610	0.492	11.84
30	0.915	0.184	0.595	0.550	12.00
31	0.986	0.362	0.730	0.562	10.50
32	0.901	0.348	0.591	0.384	12.04
33	0.837	0.404	0.581	0.377	12.14
34	0.972	0.631	0.736	0.356	9.06
35	0.560	0.057	0.233	0.385	15.95
36	0.801	0.248	0.495	0.348	13.04
37	0.887	0.404	0.652	0.394	11.40
38	1.000	0.298	0.725	0.626	10.57
39	1.000	0.589	0.778	0.361	9.90
40	0.957	0.390	0.774	0.638	9.95
41	0.929	0.454	0.776	0.483	9.92
42	0.879	0.440	0.685	0.416	11.04
43	0.972	0.454	0.763	0.517	10.10
44	0.794	0.461	0.627	0.277	11.66
45	0.830	0.645	0.732	0.200	10.48

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
46	0.922	0.574	0.799	0.391	9.60
47	0.936	0.504	0.790	0.460	9.74
48	0.787	0.312	0.472	0.337	13.32
49	0.709	0.248	0.509	0.347	12.96
50	0.837	0.603	0.723	0.246	10.60

แบบทดสอบทักษะการคำนวณ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที และให้นักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนคำนวณหาค่าจากโจทย์ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0) $1.1 \times .8 - .8 = ?$

- ก. 8
- ข. 0.58
- ค. 0.80
- ง. 0.08
- จ. 1.10

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง. 0.08 ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องว่างอักษร ง. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง. เป็นข้อ ข. ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. **—** ค. === ง. **X** จ. ===

3. ถ้าพบข้อยากข้อเข้าใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบทักษะในการคำนวณ

1. $46.1 + 1.3 \times 0.1 = ?$

ก. 4.74

ข. 5.91

ค. 46.23

ง. 47.30

จ. 59.10

2. $\frac{(29.1 - 1.9)(500 \times 400)}{(3400 \times 16)(500 - 400)} = ?$

ก. 0.001

ข. 2.10

ค. 2.01

ง. 1.00

จ. 3.10

3. $\left(\frac{48}{45}\right)^2 = ?$

ก. 1.137

ข. 1.002

ค. 0.812

ง. 1.725

จ. 1.957

4. $\sqrt{8} - 4\sqrt{2} + 2\sqrt{16}$

ก. 2.828

ข. 8.000

ค. 6.000

ง. 5.172

จ. 8.484

5. $\sqrt[3]{8} + \sqrt[3]{64} - \sqrt[3]{125}$

ก. 5

ข. 3

ค. 1

ง. 9

จ. 11

6. $3.6 \times \sqrt{.09} \quad 1.2$

ก. 0.90

ข. 0.18

ค. 1.80

ง. 2.20

จ. 2.70

7. $\sqrt{.0081} \quad 0.3 \times 0.25$

ก. 0.0075

ข. 0.075

ง. 7.5

จ. 75

8. $2.75 \times 10^{-3} \times 10^5$

ก. 27.50

ข. 2.75

ค. 275.00

ง. 2750.00

จ. 25500.00

9. $3.52 \times 10^{-3} = ?$

ก. .35

ข. .0035

ค. .035

ง. .00035

จ. .000035

10. $(101)^2 = ?$

ก. 10201

ข. 1002001

ค. 1000201

ง. 1001001

จ. 1000011

11. $2.0 \times 10^2 - 8.7 \times 10^{-3} = ?$

ก. 2.9999×10^{-1}

ข. 1.0023×10

ค. 1.9999×10^2

ง. 1.9999×10^{-2}

จ. 1.2300×10^{-3}

12. $\frac{1.8 \times 10^{-5} \times 10}{.09} = ?$

ก. 2×10^{-1}

ข. 2×10^{-2}

ค. 2×10^{-3}

ง. 2×10^{-4}

จ. 2×10^{-5}

13. $\frac{4.5 \times 10^{-2}}{1.5 \times 10^{-5}} = ?$

ก. 1

ข. 10

ค. 30

ง. 0.5×10^{-5}

จ. 3×10^3

14. $\frac{(0.011)^2}{(0.050)(0.020)} = ?$

ก. 0.121

ข. 0.0121

ค. 0.00121

ง. 1.21

จ. 12.1

15. $1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.11}{0.09} = ?$

ก. 202×10^{-6}

ข. 2.2×10^{-5}

ค. 1.2×10^{-5}

ง. 1.2×10^{-4}

จ. 2.1×10^{-4}

แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนคำนวณหาค่าจากโจทย์ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0) $\frac{1}{4}$ ของสี่มุมระจาดหนึ่งเท่ากับ 8 ผล $\frac{1}{2}$ ของสี่มุมระจาดนี้เท่ากับเท่าไร

- ก. 2 ผล
- ข. 4 ผล
- ค. 16 ผล
- ง. 24 ผล
- จ. 32 ผล

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. 16 ผล ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ค. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้อ ข. ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. ค. ง. === จ. ===

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ให้ $A = x/y$ และ $x < y$
ถ้าบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันทั้ง
เศษและส่วน A จะเป็นอย่างไร ?

ก. ลดลง
ข. เพิ่มขึ้น
ค. เท่าเดิม
ง. เข้าใกล้ 1
จ. จะเพิ่มหรือลดก็ได้

2. ถ้า A มากกว่า B , B มากกว่า C ,
 C เท่ากับ D , D มากกว่า E
จำนวนใดมีค่าน้อยที่สุด ?

ก. B/A
ข. D/B
ค. E/A
ง. E/D
จ. D/A

3. x มีค่าเท่ากับ $2y$, z มีค่าเท่ากับ
 $3y$, $x+y+z$ เท่ากับ 6 เท่าของ
จำนวนที่น้อยที่สุด ข้อความใดกล่าว
ถูกต้อง ?

ก. $x+z = 5$
ข. $x+y = 75$
ค. หาค่า x, y และ z ไม่ได้
ง. $x+y+z = 90$
จ. เลข 3 จำนวนมีค่าได้หลายค่า

4. เลขจำนวนหนึ่งถ้าถอดรากที่
สองไปเรื่อย ๆ ผลจะเป็น
อย่างไร ?

ก. ค่าลดลงเรื่อย ๆ
ข. ค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ
ค. เข้าใกล้ 1
ง. เข้าใกล้ 0
จ. สรุบนั่นเองไม่ได้

5. มื้อมีบาในหลอดทดลอง 3 ตัว
ซึ่งแต่ละตัวจะแบ่งงตัวเองออก
เป็น 2 ตัวในเวลา 1 วินาที
เสมอไป ดังนั้นในเวลา 5 วินาที
จะมีมีบาในหลอดทดลองนั้นกี่ตัว ?

ก. 15 ตัว
ข. 30 ตัว
ค. 32 ตัว
ง. 96 ตัว
จ. 128 ตัว

6. ในการประชุมครั้งหนึ่ง ผู้มา
ประชุมต้องจับมือเป็นการทักทาย
ให้ทั่วทุกคน แต่ละคนจะจับมือกัน
100 ครั้ง ดังนั้นจะมีคนมาร่วม
การประชุมในครั้งนั้นกี่คน ?

ก. 50 คน
ข. 100 คน
ค. 200 คน
ง. 101 คน
จ. 201 คน

7. ข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ในแต่ละข้อ
ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหัก
2 คะแนน ไม่ตอบได้ 0 คะแนน
เด็กคนหนึ่งทำผิด 5 ข้อ ไม่ทำ
2 ข้อ เขาจะได้คะแนนเป็น
เศษส่วนเท่าไรของคะแนนเต็ม ?
ก. $23/40$
ข. $33/40$
ค. $28/40$
ง. $27/40$
จ. $35/40$
8. จากข้อ 7 ถ้านักเรียนคนใดไม่ทำ
3 ข้อ ได้คะแนน 25 คะแนน
นักเรียนคนนั้นจะทำผิดกี่ข้อ ?
ก. 1 ข้อ
ข. 5 ข้อ
ค. 3 ข้อ
ง. 4 ข้อ
จ. 2 ข้อ
9. ไข่ลิงหนึ่งเน้าเสีย 4% ขายไป 25%
ของที่เหลือ ยังเหลือไข่อยู่ 36 ใบ
ไข่ลิงนี้มีกี่ใบ ?
ก. 48 ใบ
ข. 50 ใบ
ค. 58 ใบ
ง. 65 ใบ
จ. 72 ใบ
10. ก. มีเงิน 35 บาท ข. มีเงิน
x บาท ค. มีเงิน y บาท
ถ้า ค. มีเงินมากกว่า ข.
10 บาท แต่น้อยกว่า ก.
10 บาท ข. และ ค. มีเงิน
รวมกันเท่ากับเท่าไร ?
ก. 35 บาท
ข. 55 บาท
ค. 40 บาท
ง. 75 บาท
จ. 80 บาท
11. ชาวนาเลี้ยงห่าน ไว้ สุนัข
นับหัวได้ 15 หัว นับขาได้
54 ขา ชาวนาเลี้ยงห่านไว้กี่ตัว ?
ก. 2 ตัว
ข. 10 ตัว
ค. 7 ตัว
ง. 3 ตัว
จ. ไม่สามารถหาคำตอบได้
12. ถ้าอัตราส่วนของพื้นที่วงกลม
2 วง เป็น 1 : 9 เส้นรอบวง
ของวงกลมทั้งสองจะมีอัตราส่วน
เป็นเท่าไร ?
ก. 1 : 3
ข. 1 : 2
ค. 1 : 6
ง. 1 : 6
จ. 2 : 9

13. กล้องใบหนึ่งมีลูกหินสีแดง A ลูก สีเขียว B ลูก สีขาวเป็นครึ่งหนึ่งของสีเขียว สีดำเป็น 3 เท่าของสีแดง ดังนั้นจะมีลูกหินสีขาวอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ ?

ก. 200B

$$A+B$$

ข. 100B

$$A+3B$$

ค. 100B

$$8A+3B$$

ง. 100B

$$4A+3B$$

จ. 200B

$$8A+3B$$

14. หัวน้ำส้มขวดหนึ่ง เทออกครึ่งขวด แล้วเติมน้ำให้เต็ม ต่อมาเทออกอีก 1 ใน 4 ของขวด แล้วเติมน้ำให้เต็ม จงหาว่าน้ำผสมอยู่เท่าไร ?

ก. $3/4$

ข. $2/3$

ค. $1/6$

ง. $3/8$

จ. $5/8$

15. ดามีลูกแก้ว p ลูก เขียวมียูกลแก้ว q ลูก ขาวมีลูกแก้ว r ลูก ถ้าจะให้ทั้ง 3 คนมีลูกแก้วเท่ากัน ดาจะต้องรับลูกแก้วจากคนอื่นอีกเท่าไร ?

ก. $pqr - p$

ข. $\frac{p+q+r}{3} - p$

3

ค. $\frac{p+q+r}{3} - q - r$

3

ง. $pqr - q$

3

จ. $\frac{p+q+r}{3} - q$

3

แบบทดสอบจัดประเภท

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 5 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ แล้วหาว่าข้อใดที่มีความสัมพันธ์ไม่เข้าพวกกับข้ออื่น ๆ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

- 0) ก. ไก่
ข. วัว
ค. หมู
ง. สุนัข
จ. แมว

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก. ไก่ เพราะ วัว หมู สุนัข แมว เป็นสัตว์ 4 เท้า แต่ไก่เป็นสัตว์ 2 เท้า ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ก. ในกระดาษคำตอบ

ข้อ 0) ก. — ข. === ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก. เป็นข้อ ง. ดังนี้

ข้อ 0) ก. ✕ ข. === ค. === ง. — จ. ===

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบจัดประเภท

- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. ก. ไข่ | 6. ก. รุก |
| ข. กุ้ง | ข. เข็น |
| ค. ยี่ม | ค. ดัน |
| ง. จาน้ำ | ง. ร่น |
| จ. จานอง | จ. ไส |
| 2. ก. เปื้อ | 7. ก. กวดขัน |
| ข. ล้า | ข. บังคับ |
| ค. เพลี้ย | ค. ปืบคั่นส |
| ง. เมื่อย | ง. คูกคาม |
| จ. เหนื่อย | จ. ชู้เชิญ |
| 3. ก. เคี้ยว | 8. ก. สระ |
| ข. พรว้า | ข. ครู |
| ค. มีด | ค. ห้วย |
| ง. ขวาน | ง. คลอง |
| จ. เลื่อน | จ. ลำธาร |
| 4. ก. วังทน | 9. ก. ลบ |
| ข. วังเล่น | ข. มั่ว |
| ค. วังเร็ว | ค. พร้า |
| ง. วังรอก | ง. มีด |
| จ. วังผลัด | จ. เลื่อน |
| 5. ก. ใกล้เคียง | 10. ก. ผ่า |
| ข. ติด | ข. หั่น |
| ค. หีด | ค. สับ |
| ง. สนิท | ง. ผาน |
| จ. แนบ | จ. ซอย |

11. ก. สร้อย
ข. เข็มขัด
ค. แหวน
ง. นาฬิกา
จ. แว่นตา
12. ก. รั้ง
ข. ย่น
ค. หด
ง. ย่อ
จ. เหลียว
13. ก. เสียใจ
ข. ทุกข์ใจ
ค. ปวดใจ
ง. เศร้าใจ
จ. ตรอมใจ

14. ก. ผลัก
ข. ย่น
ค. ดัน
ง. พยุง
จ. ค้ำ
15. ก. เกี่ยม
ข. ลอก
ค. แฉะ
ง. เลี่ยน
จ. ปลอม

แบบทดสอบอุปมาอุปไมย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 6 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์จากสิ่งของคู่แรกที่กำหนดให้ แล้วเปรียบเทียบหาคำตอบว่าคู่ใดมีความสัมพันธ์เหมือนคู่แรกที่กำหนดให้ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0) ปลา : น้ำ —————> เสือ : ?

- ก. ป่า
- ข. กรง
- ค. บ้าน
- ง. โพรง
- จ. เขาหิน

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก. ป่า เพราะปลากับน้ำสัมพันธ์โดยปลาอาศัยอยู่ในน้ำ เพราะฉะนั้นจึงได้ว่าเสือดอาศัยในป่า ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ก. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ 0) ก. ข. === ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก. เป็นข้อ ค. ดังนี้

ข้อ 0) ก. ข. === ค. ง. === จ. ===

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบอุปมาอุปไมย

- | | |
|---|---|
| <p>1. ข้าว : กล้า ——> กล้วย : ?</p> <p>ก. ปลี</p> <p>ข. ต้น</p> <p>ค. หน่อ</p> <p>ง. เชือก</p> <p>จ. ใบตอง</p> <p>2. ศาสนาคริสต์ : กางเขน
——> ศาสนาพุทธ : ?</p> <p>ก. วัด</p> <p>ข. ดอกบัว</p> <p>ค. สีเหลือง</p> <p>ง. ธรรมจักร</p> <p>จ. พระสงฆ์</p> <p>3. นักกีฬา : ชัยชนะ
——> พ่อค้า : ?</p> <p>ก. ร้านค้า</p> <p>ข. ลงทุน</p> <p>ค. สินค้า</p> <p>ง. กำไร</p> <p>จ. การขาย</p> <p>4. นิติบัญญัติ : ตลาการ
——> บริหาร : ?</p> <p>ก. อธิบดี</p> <p>ข. ข้าราชการ</p> <p>ค. คณะรัฐบาล</p> <p>ง. รัฐธรรมนูญ</p> <p>จ. ประธานสภา</p> | <p>5. สั่งสอน : ความรู้
——> ฝึกฝน : ?</p> <p>ก. วิชา</p> <p>ข. ชำนาญ</p> <p>ค. ปฏิบัติ</p> <p>ง. อาชีพ</p> <p>จ. ระเบียบ</p> <p>6. พืช : ปุ๋ย ——> ? : ?</p> <p>ก. คน : วิตามิน</p> <p>ข. ชำนาญ : ข้าว</p> <p>ค. วัว : หญ้า</p> <p>ง. รถ : น้ำมัน</p> <p>จ. เครื่องบิน : อากาศ</p> <p>7. บ้านเมือง : กฎหมาย
——> ? : ?</p> <p>ก. นักเลง : ปืน</p> <p>ข. ข้าราชการ : อาวุธ</p> <p>ค. หมอ : ยา</p> <p>ง. ทหาร : วินัย</p> <p>จ. ครู : คำสั่งสอน</p> <p>8. ดึง : ผลัก ——> ? : ?</p> <p>ก. ห้อย : โหน</p> <p>ข. กิน : หิว</p> <p>ค. ห้าม : สุก</p> <p>ง. ยึด : หด</p> <p>จ. ถอด : ถอน</p> |
|---|---|

9. พ่อ : ครอบครัว ——> ? : ?
 ก. นายก : คณะรัฐมนตรี
 ข. ศาล : อัยการ
 ค. ตำรวจ : กฎหมาย
 ง. สภา : ผู้แทนราษฎร
 จ. ผู้คุม :คุก
10. ทหาร : ประเทศ ——> ? : ?
 ก. พัน : ล้น
 ข. ผม : ศีรษะ
 ค. หนาม : กุหลาบ
 ง. เกล็ด : ปลา
 จ. ไม้เรียว : ครุ
11. ปลา : หาง ——> ? : ?
 ก. รถยนต์ : พวงมาลัย
 ข. แมว : หวด
 ค. จักรยาน : ล้อ
 ง. เครื่องบิน : กัปตัน
 จ. ไก่ : ปีก
12. เพชร : แห้ง ——> ? : ?
 ก. มีด : ความคม
 ข. นักปราชญ์ : รอบรู้
 ค. ศิลปิน : ความสวย
 ง. รถยนต์ : ความเร็ว
 จ. จิตใจ : ความบริสุทธิ์
13. ดินสอ : เขียน ——> ? : ?
 ก. ช่างนา : วั
 ข. รถไฟ : ราง
 ค. นาฬิกา : เวลา
 ง. เกวียน : ข้าว
 จ. นักเรียน : หนังสือ
14. เขี้ยว : แม่ไก่ ——> ? : ?
 ก. ข้าวตอก : ทหาร
 ข. ผู้ร้าย : ตำรวจ
 ค. เชื้อโรค : หมอ
 ง. ชโมย : คนขาม
 จ. บริหาร : ผู้แทน
15. เรือ : น้ำ ——> ? : ?
 ก. นก : รัง
 ข. ว่าว : ลม
 ค. หญ้า : สนาม
 ง. คลื่น : เสียง
 จ. หนังสือ : แกว

แบบทดสอบสรุปความ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนให้เหตุผลหาข้อสรุปจากข้อความที่กำหนดให้ ว่าสรุปอย่างสมเหตุสมผลแล้วควรจะเป็นข้อใด ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

- 0) เปิดบางตัวเป็นนก ไก่ทุกตัวเป็นนก นกทุกตัวกินหนอน ดังนั้น
- ก. เปิดทุกตัวเป็นไก่
 - ข. ไก่ทุกตัวกินหนอน
 - ค. เปิดทุกตัวกินหนอน
 - ง. ไก่บางตัวเป็นเปิด
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข. ไก่ทุกตัวกินหนอน เพราะเป็นการสรุปอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ข. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ง. ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. ค. === ง. จ. ===

3. ถ้าพบข้อบกพร่องอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบสรุปความ

1. น้ำลดตอผุด น้ำท่วมมีปลามาก
ถ้าตอไม่ผุด สรุปได้ว่า
 - ก. ปลามีมาก
 - ข. น้ำไม่ลด
 - ค. ไม่มีตอ
 - ง. น้ำไม่ลดและปลามีมาก
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
2. ค้างคาวเป็นสัตว์ที่มีใบหูและบินได้
อย่างนก แต่มันไม่มีใบหู ฉะนั้น
 - ก. ค้างคาวคือนกที่มีใบหู
 - ข. ค้างคาวไม่ใช่นก
 - ค. สัตว์ที่บินได้ทุกชนิดเป็นนก
 - ง. สัตว์มีหูทุกชนิดเป็นค้างคาว
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
3. ถ้าคนไม่ลืมอะไรเลย คนก็ต้อง
เป็นบ้า นายสันติจำได้ว่า
 $\sqrt{4321} = 65.73431$ ดังนั้น
 - ก. นายสันติเป็นคนบ้า
 - ข. นายสันติมีความจำเป็นยอดเยี่ยม
 - ค. นายสันติที่เกียจถอด $\sqrt{4321}$ เอง
 - ง. นายสันติจึงไม่เคยลืมค่า $\sqrt{4321}$
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
4. ด้อยไปถึงโรงเรียนเป็นคนแรก
อ้อยไปถึงโรงเรียนทีหลังด้อย
แต่ไปถึงก่อนตี๋ อืดไปถึงโรงเรียน
ทีหลังด้อย ตันไปโรงเรียนไม่ทัน
สรุปได้ว่า
 - ก. ตันไปถึงโรงเรียนเป็นคน
สุดท้าย
 - ข. อืดไปถึงโรงเรียนก่อนตี๋
 - ค. ตี๋ไปถึงโรงเรียนก่อน
โรงเรียนเข้า
 - ง. อืดและอ้อยไปถึงโรงเรียน
พร้อมกัน
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
5. นาย ก. จะมาก็ต่อเมื่อ นาย ข.
ไม่มา นาย ข. จะมาก็ต่อเมื่อ
นาย ค. ไม่มา นาย ค. จะมา
ก็ต่อเมื่อ นาย ง. มา ดังนี้
 - ก. นาย ก. มาคนเดียว
 - ข. นาย ก. และ นาย ค. มา
 - ค. นาย ข. และ นาย ง. มา
 - ง. นาย ก. นาย ค. และ
นาย ง. มา
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

6. ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวทุกชนิด
เราเรียกว่าส้ม ส้มทุกชนิด
มีเปลือก ส้มบางชนิดกลม
มะขวิดเป็นผลไม้มีรสเปรี้ยว
แต่ไม่กลม ดังนั้น
- ก. มะขวิดบางลูกไม่เปรี้ยว
ข. มะขวิดไม่มีเปลือก
ค. มะขวิดบางลูกกลม
ง. มะขวิดเป็นส้ม
จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
7. x ได้เงินเดือนมากกว่า y
y ได้เงินเดือนมากกว่า z
a ได้เงินเดือนเท่ากับ z
b ได้เงินเดือนมากกว่า a
a จะได้เงินเดือนขึ้นก็
ต่อเมื่อ z ได้เงินเดือนขึ้น
แต่ปีนี้ z ได้เงินเดือนขึ้น
ดังนั้น
- ก. a ได้เงินเดือนมากที่สุด
ข. b ได้เงินเดือนมากที่สุด
ค. x ได้เงินเดือนมากกว่า b
ง. a ได้เงินเดือนมากกว่า x
จ. z ได้เงินเดือนมากกว่า x

8. ถ้านราไปเที่ยว นรินทร์จะ
ไปเที่ยว ถ้าดาวไปเที่ยว
เดือนจะไปเที่ยว ทุกครั้ง
ดาวไปเที่ยวกับนรา สรุปได้ว่า
- ก. ดาว เดือน นรา นรินทร์
ไปเที่ยวด้วยกันทุกครั้ง
ข. ดาวและเดือนไปเที่ยว
จำนวนครั้งเท่ากัน
ค. ถ้าดาวไปเที่ยวนรินทร์
จะไปเที่ยว
ง. เดือนและนรินทร์ไปเที่ยว
ด้วยกัน
จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
9. คนทุกคนเมื่อหิวต้องกิน
และเมื่อเหนื่อยต้องหยุดพัก
นายแสงเดินทางตัดทุ่งนา
เพื่อไปตลาด เมื่อเดินทาง
ไปได้ $\frac{1}{3}$ ของระยะทาง
ทั้งหมด เขารู้สึกหิว เหนื่อย
และหิว ดังนั้น
- ก. นายแสงเร่งเดินให้ถึงตลาด
โดยเร็วเพื่อกินอาหาร
ข. นายแสงจะไม่เลือกเดิน
ทางนี้อีก
ค. นายแสงกลับบ้าน
ง. นายแสงหยุดพักได้ต้นไม้ให้
หายเหนื่อยเสียก่อนจึงเดิน
ต่อไป
จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

10. ถ้าฝนตก กบจะร้อง

ถ้าฝนตกและแดดออก

นกกระจอกจะเข้ารัง

ถ้าฝนตกฟ้าร้องและฟ้าผ่า

คนจะรีบเข้าบ้าน เมื่อวานนี้

ฝนตก แดดออก และฟ้าร้อง

ดังนั้น

ก. กบร้อง

ข. คนรีบเข้าบ้าน

ค. กบร้อง นกกระจอก

เข้ารัง คนรีบเข้าบ้าน

ง. นกกระจอกเข้ารัง

จ. กบร้อง และนกกระจอก

เข้ารัง

11. พ่อบอกลูกว่า ถ้าลูกสอบได้ที่ 1 ถึง 5 พ่อจะซื้อรถจักรยานยนต์ให้ ถ้าลูกสอบได้ที่ 6 ถึง 10 พ่อจะซื้อจักรยานให้ ถ้าลูกสอบได้ที่ 11 ถึง 15 พ่อจะซื้อไม้ปิงปองให้ 1 คู่ ถ้าลูกสอบตกจะโดนตี 15 ที ปรากฏว่าลูกสอบได้ที่ 14 แต่ได้ 47% ดังนั้นพ่อควรทำอย่างไร

ก. ซื้อไม้ปิงปองให้ 1 คู่

ข. ตีลูก 15 ที

ค. ซื้อไม้ปิงปองให้ 1 คู่

และตีลูก 15

ง. พ่อถามลูกว่า "ลูกควรได้รับ

รางวัลหรือโดนตี"

จ. สรุบนั่นนอนไม่ได้

12. หยิบลูกหินมา 8 ลูก เป็นสีแดง

3 ลูก สีเขียว 3 ลูก สีขาว

2 ลูก ในการหยิบเมื่อหยิบได้

ลูกหินสีแดง ครึ่งต่อไปจะได้

ลูกหินสีขาวเสมอ หยิบครั้งที่ 3

ได้สีขาว ครั้งที่ 4 และ 5 ได้

สีเขียว ครั้งที่ 6 ได้สีแดง ดังนั้น

ก. ครั้งแรกหยิบได้สีขาว

ข. ครั้งแรกหยิบได้สีแดง

ค. ครั้งสุดท้ายหยิบได้สีแดง

ง. ครั้งสุดท้ายหยิบได้สีขาว

จ. ครั้งสุดท้ายหยิบได้สีเขียว

13. บ้านเรณูอยู่ทางทิศตะวันตกของ

บ้านปัญญา บ้านป้าอยู่ทาง

ทิศเหนือของบ้านปัญญา บ้านสุดา

อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ของตลาด และอยู่ทางทิศตะวันตก

เฉียงใต้ของบ้านปัญญา ตลาดอยู่

ทางทิศใต้ของบ้านเรณู ดังนั้น

ก. บ้านเรณูอยู่ทางทิศตะวันตก

เฉียงใต้ของบ้านสุดา

ข. บ้านสุดาอยู่ทางทิศใต้ของบ้าน

ป้า

ค. บ้านสุดาอยู่ทางทิศตะวันออก

เฉียงใต้ของบ้านเรณู

ง. บ้านปัญญาอยู่ทางทิศตะวันตก

เฉียงเหนือของบ้านสุดา

จ. บ้านปัญญาอยู่ทางทิศตะวันตก

เฉียงเหนือของตลาด

14. ถ้าไก่เป็นคนดี แล้วเปิดจะเป็นคน
 นิทา คนนิทาเป็นคนไม่มีศีล
 กบนิทาเปิด ดังนั้น
- ก. ไก่เป็นคนดี
 - ข. เปิดเป็นคนดี
 - ค. เปิดเป็นคนนิทา
 - ง. กบเป็นคนไม่มีศีล
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

15. ถ้าข้าราชการได้รับการเพิ่ม
 เงินเดือนแล้วสินค้าจะแพงขึ้น
 ทุกครั้ง ถ้าข้าราชการได้รับ
 การเพิ่มเงินเดือนแล้ว
 ประชาชนจะเดือดร้อน แต่
 สินค้าแพงขึ้นเพราะน้ำมัน
 ขึ้นราคา สรุปได้ว่า
- ก. ถ้าสินค้าแพงขึ้นแล้วประชาชน
 จะเดือดร้อน
 - ข. ถ้าน้ำมันขึ้นราคา แล้วประชาชน
 จะเดือดร้อน
 - ค. น้ำมันขึ้นราคาข้าราชการ
 จะได้รับการเพิ่มเงินเดือน
 - ง. ถ้าประชาชนไม่เดือดร้อน
 แสดงว่าข้าราชการไม่ได้รับ
 การเพิ่มเงินเดือน
 - จ. ถ้าประชาชนไม่เดือดร้อน
 แสดงว่าสินค้าไม่เพิ่มราคา

แบบทดสอบการใช้ภาษา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 5 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากตัวเลือกใน ข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0) เมื่อท่านรับโทรศัพท์ ท่านควรพูดประโยคแรกว่าอย่างไร

- ก. ขอโทษ นั่นใครพูด
- ข. สวัสดี (บอกชื่อตนเอง) พูด
- ค. ขอโทษ คุณมีธุระอะไร
- ง. สวัสดี (บอกชื่อสถานที่)
- จ. ขอโทษ ต้องการพูดกับใคร

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง. สวัสดี (บอกชื่อสถานที่) ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ง. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. === ง. จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง. เป็นข้อ ก. ดังนี้

ข้อ 0) ก. ข. === ค. === ง. ✕ จ. ===

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

การใช้ภาษา

1. เมื่อท่านโทรศัพท์ไปผิดที่หมาย ท่านควร
จะกล่าวแก่ผู้รับสายอย่างไร
ก. ขอภัยในความผิดพลาด
ข. ขอภัย สายคงสลับกัน
ค. ขอโทษ ผม (ดิฉัน) โทรผิด
ง. ขอโทษ ผม (ดิฉัน) ไม่ได้เจตนา
จ. สวัสดี ผม (ดิฉัน) โทรผิด
2. เมื่อเพื่อนที่มาเยี่ยมลากลับ ท่านจะกล่าว
แก่เพื่อนผู้นั้นว่าอย่างไร
ก. ขอให้โชคดี ลาก่อน
ข. สวัสดี แล้วพบกันอีกนะ
ค. ขอบคุรมาก ทำไมรีบกลับ
ง. ขอบคุ่มาก ขอให้โชคดี
จ. ขอบคุน วันหลังมาเที่ยวอีกนะ
3. เมื่ออาจารย์ใหญ่ให้ท่านไปตามอาจารย์
สมทรงมาพบ ท่านควรจะใช้คำพูดว่า
อย่างไร
ก. อาจารย์ครับ อาจารย์ใหญ่ให้มา
เรียนเชิญอาจารย์ไปพบครับ
ข. อาจารย์ครับ อาจารย์ใหญ่อยาก
พบตัวครับ
ค. อาจารย์ครับ อาจารย์ใหญ่
เรียนเชิญให้ไปพบครับ
ง. อาจารย์ครับ อาจารย์ใหญ่ต้องการ
พบครับ
จ. อาจารย์ครับ อาจารย์ใหญ่กราบ
เรียนเชิญอาจารย์ไปพบครับ
4. เมื่อท่านไปเยี่ยมเพื่อนที่ป่วยอยู่
ที่โรงพยาบาล ท่านจะกลับท่าน
ควรจะใช้คำพูดว่าอย่างไร
ก. กลับก่อน ขอให้หายเร็ว ๆ
ข. กลับก่อน วันหลังจะมา
เยี่ยมใหม่
ค. กลับก่อนนะ ขอให้โชคดี
ง. สวัสดี หวังว่าคงได้กลับบ้าน
เร็ว ๆ
จ. สวัสดี แล้วคงได้พบกันอีกนะ
5. รัฐบาลช่วยเหลือชาวนา โดยการ
ประกันราคาข้าว ค่าที่ขีดเส้นใต้
ใช้คำใดแทนได้
ก. ยกระดับ
ข. ควบคุม
ค. พยุง
ง. ส่งเสริม
จ. สนับสนุน
6. โรงเรียนต่าง ๆ ที่สอนด้านวิชาชีพ
นับว่าได้ช่วยส่งเสริมการทำมา
หากินของประชาชนโดยปรัาย
ค่าที่ขีดเส้นใต้แทนได้ด้วยคำใด
ก. ไม่มีทางหลักเลียง
ข. ทางตรง
ค. ทางอ้อม
ง. บังเอิญ
จ. ทางตรง

7. ข้อใดใช้ภาษาถูกต้องที่สุด

- ก. การพบรักเป็นสุข แต่การพลัดพรากจากรักเป็นทุกข์
- ข. การพบรักเป็นสุข แม้ว่าการพลัดพรากจากรักเป็นทุกข์
- ค. การพบรักเป็นสุขในเมื่อการพลัดพรากจากรักเป็นทุกข์
- ง. การพบรักเป็นสุข และการพลัดพรากจากรักเป็นทุกข์
- จ. การพบรักเป็นสุข ก็ต่อเมื่อการพลัดพรากจากรักเป็นทุกข์

8. ข้อใดใช้ภาษาถูกต้องที่สุด

- ก. ฝนตก จราจรก็ติดขัด เขาจึงมาทำงานสาย
- ข. ฝนตก จราจรมักจะติดขัด เขาจึงมาทำงานสาย
- ค. ฝนตก จราจรจึงติดขัด เขาจึงมาทำงานสาย
- ง. ฝนตก และจราจรติดขัด เขาจึงมาทำงานสาย
- จ. ฝนตก จราจรถึงจะติดขัด เขาจึงมาทำงานสาย

9. ข้อใดใช้ภาษาถูกต้องที่สุด

- ก. เด็กในวันนี้คือผู้ใหญ่ในวันหน้า ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไป
- ข. เด็กในวันนี้คือผู้ใหญ่ในวันหน้า ดังนั้นจะเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไป
- ค. เด็กในวันนี้คือผู้ใหญ่ในวันหน้า ด้วยว่าจะเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไป
- ง. เด็กในวันนี้คือผู้ใหญ่ในวันหน้า เพราะจะเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไป
- จ. เด็กในวันนี้คือผู้ใหญ่ในวันหน้า แต่ทว่าจะเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไป

10. ข้อใดใช้ภาษาถูกต้องที่สุด

- ก. น้ำในสระนี้ใสสะอาดดี แต่ก็ใช้ดื่มไม่ได้
- ข. น้ำในสระนี้ใสสะอาดดี และก็ใช้ดื่มไม่ได้
- ค. น้ำในสระนี้ใสสะอาดดี แม้ว่าจะใช้ดื่มก็ยังไม่ได้อีก
- ง. น้ำในสระนี้ใสสะอาดดี ไฉนจึงดื่มที่เดียวไม่ได้
- จ. น้ำในสระนี้ใสสะอาดดี ทำไมจึงดื่มเลยที่เดียวไม่ได้

11. มาลิตีใจเหมือน -----

- ก. ไก่ได้พลอย
- ข. ข้าวได้ฝน
- ค. ปลาได้น้ำ
- ง. กิ้งก่าได้ทอง
- จ. วานรได้แก้ว

12. นายทัศนะเวลาเรียนไม่เคย

ตอบคำถามอาจารย์เลย แต่
เวลาสอบได้คะแนนนำคนอื่น ๆ
เพื่อน ๆ จึงให้สมญานามว่า

- ก. เสือซ่อนเล็บ
- ข. คมในฝัก
- ค. คมในกะลาครอบ
- ง. เพชรในโคลนตรม
- จ. ชี้อีกกลบเพชร

13. ทหารต้อง ----- ระเบียบวินัย

- ก. รอบรู้
- ข. กวดขัน
- ค. เชื้อฟุ้ง
- ง. รักษา
- จ. เข้มงวด

14. เขาทำผิดชัด -----

ระเบียบข้อ

- ก. กีบ
- ข. ต่อ
- ค. แก่
- ง. ชื่น

จ. ขวาง

15. สมเด็จเจ้าชั้ยยันต์ถึงแก่

- ก. พิราลัย
- ข. ความตาย
- ค. อนิจกรรม
- ง. อสังกรรม
- จ. มรณกรรม

แบบทดสอบคำตรงข้าม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 5 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนหาคำที่ตรงข้ามกับคำที่กำหนดให้มากที่สุด ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0) มะพร้าวต้นนี้ลูกดก

- ก. เบา
- ข. เตี้ย
- ค. เล็ก
- ง. ห้าง
- จ. น้อย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ จ. น้อย เพราะลูกดกตรงข้ามกับลูกน้อยมากที่สุด ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร จ. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. === ง. === จ. —

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ จ. เป็นข้อ ค. ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. — ง. === จ. ✕

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนี้
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบคำตรงข้าม

1. โรงเรียนนี้ขาดแคลนอุปกรณ์

- ก. สมบูรณ์
- ข. เหลือเฟื้อ
- ค. เพียงพอ
- ง. ครบครัน
- จ. มากมาย

2. ช้างลากซุงก่อนใหญ่

- ก. ไล่
- ข. ดึง
- ค. ดัน
- ง. เชื้อน
- จ. ผลัก

3. คนดีทำงานมีแต่ความก้าวหน้า

- ก. ตกอับ
- ข. ต่ำต้อย
- ค. ล้มเหลว
- ง. เสื่อมถอย
- จ. ทวีดโทรม

4. ทำงานอย่าให้ถูกตำหนิ

- ก. ชมเชย
- ข. ชื่นชม
- ค. เชิดชู
- ง. เยินยอ
- จ. สรรเสริญ

5. สนิทเป็นเด็กเกียจคร้าน

- ก. ตั้งใจ
- ข. เอาใจใส่
- ค. พยายาม
- ง. อุตสาหะ
- จ. ขวนขวาย

6. น้ำแห้งขุดคลองในหน้าแล้ง

- ก. ล้น
- ข. นอง
- ค. เอ่อ
- ง. มาก
- จ. ปริ่ม

7. มาตั้งตัวมอช่อจ้ง

- ก. โก้เก๋
- ข. งามสง่า
- ค. พึ่งเพ้อ
- ง. หรรษา
- จ. เจิดฉาย

8. สู้เป็นคนเคร่งขรึม

- ก. ตลก
- ข. เฮฮา
- ค. ยิ้มแย้ม
- ง. ร่าเริง
- จ. สนุกสนาน

9. ชัยทำงานอย่างคล่องแคล่ว
- ชักช้า
 - งุ่มง่าม
 - เฉื่อยช้า
 - ยึดขาด
 - อึดอาด
10. จริยามีกริยาอ่อนน้อม
- แข็งกระด้าง
 - ขัดแย้ง
 - หยาบคาย
 - รุ่มร่าม
 - กระชอกโศกซาก
11. เหตุการณ์สงบเป็นปกติ
- ว้าวุ่น
 - อึกทึบ
 - วุ่นวาย
 - จลาจล
 - โกลาหล
12. สรุปลิทธิชอบพูดถ่อมตน
- ยะโส
 - คุยโว
 - เย่อหยิ่ง
 - โอ้อวด
 - จองหอง
13. เธออย่าทำอะไรลวก ๆ นะ
- ประณีต
 - ระมัดระวัง
 - รอบคอบ
 - เรียบร้อย
 - พิถีพิถัน
14. เขาสรุปได้ใจความดี
- เสริม
 - เพิ่มเติม
 - อธิบาย
 - ขยาย
 - บรรยาย
15. การเรียนคณิตศาสตร์ไม่ควร
ละเลยการทำแบบฝึกหัด
- กวัดจัน
 - เคร่งครัด
 - พยายาม
 - เอาใจใส่
 - ชวนชวน

แบบทดสอบความจำ

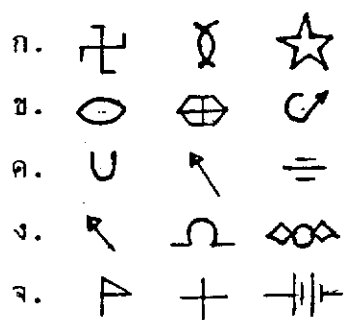
- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 28 ข้อ ให้เวลาทำ 7 นาที
 2. ให้นักเรียนพิจารณาดูในแต่ละข้อว่า สัญลักษณ์ใดที่ใช้แทนความหมายของคำ ตัวเลขต่าง ๆ ตามที่ได้ดูมา เมื่อเลือกได้แล้วให้ไปขีดตอบในกระดาษคำตอบ
 3. โปรดอย่าขีดหรือเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบเป็นอันขาด ให้นักเรียนพยายามจำความหมายของสัญลักษณ์ทั้ง 30 ตัว ให้ได้มากที่สุด ภายใน 2 นาที โดยห้ามจดหรือคัดลอกออกมา

สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
	0		นักเรียน
	1		สุนัข
	2		เสือ
	3		กล้วย
	4		หมาก
	5		แก้ว
	6		หวี
	7		ตัว
	8		ใบ
	9		ทะเลสาบ
	ไก่		ดี
	นก		กัด
	แมว		โล่
	หนู		จิก
	ครู		จับ

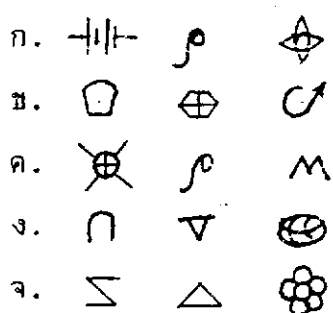
แบบทดสอบความจำ

ข้อ	สัญลักษณ์	ความหมาย (ตัวเลือก)				
		ก	ข	ค	ง	จ
1.		ครู	นก	สุนัข	นักเรียน	ไก่
2.		แมว	นก	หนู	ไก่	กิ้งก่า
3.		กิ้งก่า	นก	เสือ	แมว	หนู
4.		ครู	หนู	ไก่	สุนัข	นักเรียน
5.		นักเรียน	กิ้งก่า	แก้ว	หมาก	นก
6.		จับ	จิก	กัด	ไล่	ตี
7.		จับ	กัด	ไล่	ตี	จิก
8.		นก	ครู	เสือ	กิ้งก่า	แมว
9.		เสือ	นักเรียน	แมว	หนู	กิ้งก่า
10.		ตัว	จิก	กัด	ใบ	ทะล่าย

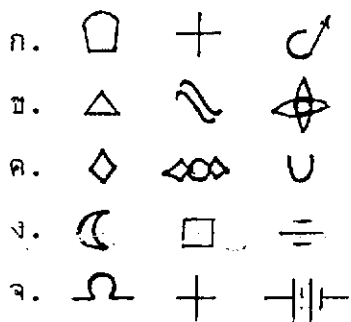
11. ไก่ 4 ตัว



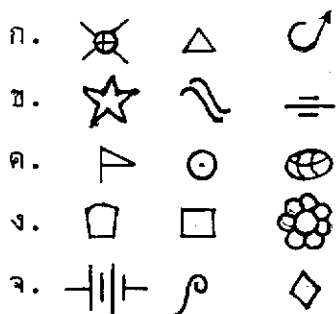
12. แก้ว 5 ใบ



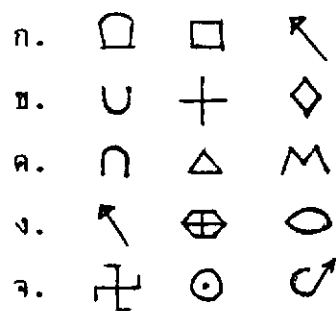
13. นก 3 ตัว



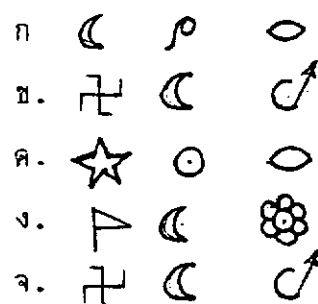
14. หมวก 6 ทะลาย



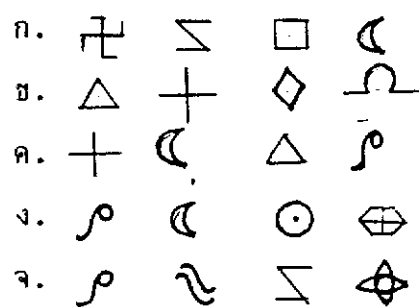
15. สุนัข 1 ตัว



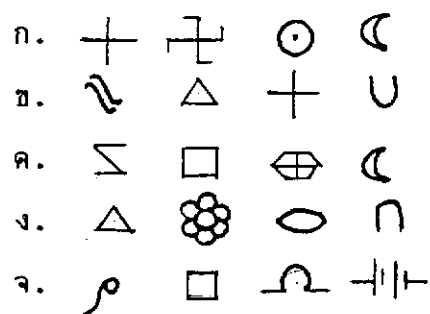
16. กล้วย 7 หวี



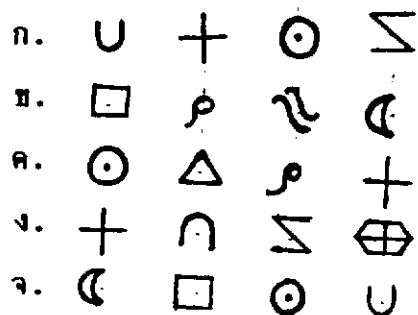
17. 3 7 2 5



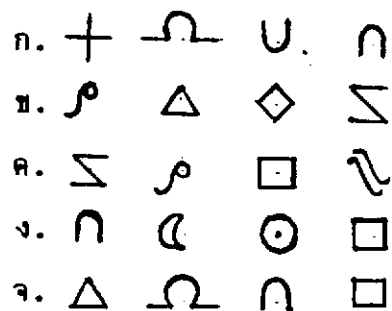
18. 8 0 4 7



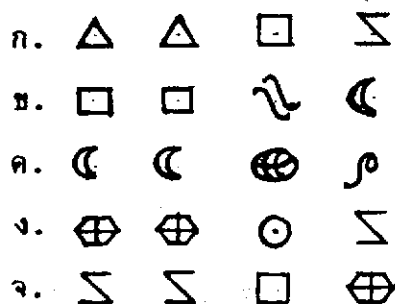
19. 1 2 5 3



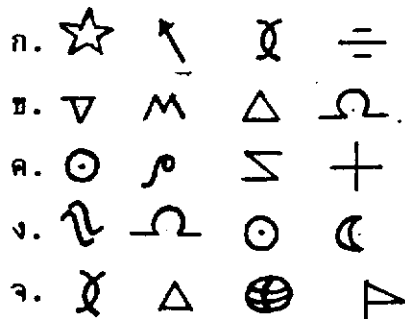
20. 8 5 0 6



21. 4 4 1 8



22. 6 9 1 7



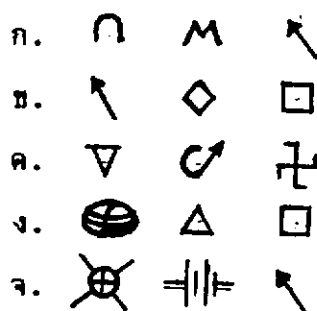
23. แนวไล่ไก่



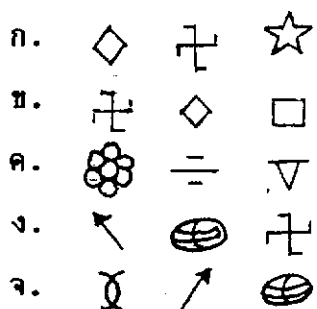
24. หมุกัดกล้ว



25. ครูตักนักเรียน



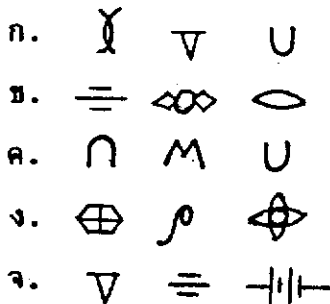
26. นักเรียนไล่สุนัข



27. ไก่จิกนก



28. แนวจับหนู



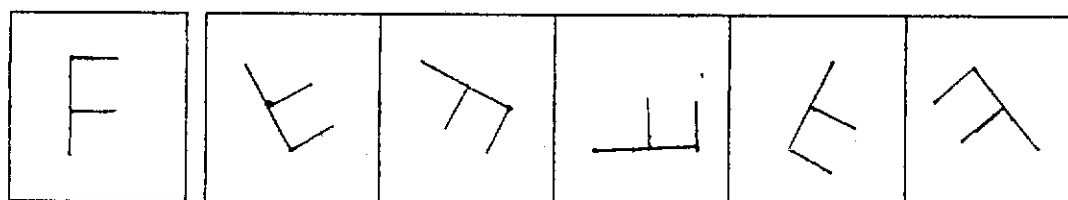
แบบทดสอบหมุนภาพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 16 ข้อ ให้เวลาทำ 8 นาที และให้นักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. การตอบให้นักเรียนพิจารณาเลือกภาพจากตัวเลือก ก, ข, ค, ง หรือ จ ว่าภาพใดเกิดจากการหมุนภาพทางซ้ายมือที่กำหนดให้ในแนวราบ เมื่อเลือกได้แล้วให้นักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ข้างอักษรของข้อนั้นในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ 0)



ก

ข

ค

ง

จ

ในทีนี้ภาพที่ถูกตัดคือภาพในข้อ ข. ดังนั้นนักเรียนต้องขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ข. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

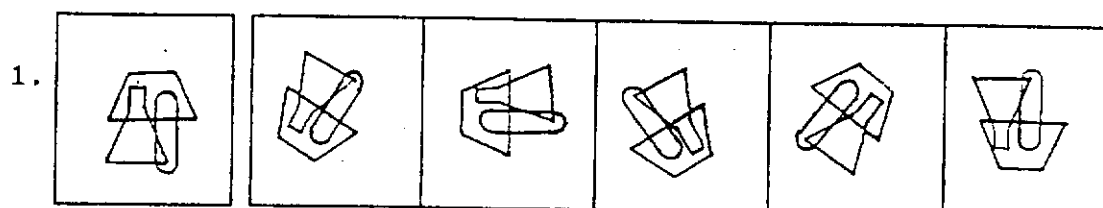
ข้อ 0) ก. === ข. ~~---~~ ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ จ. ดังนี้

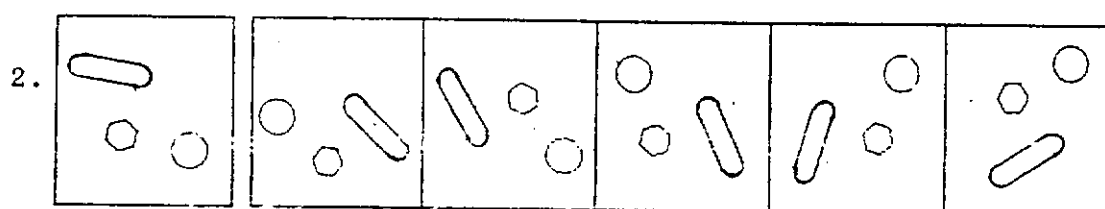
ข้อ 0) ก. === ข. ~~---~~ ค. === ง. === จ. ~~---~~

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

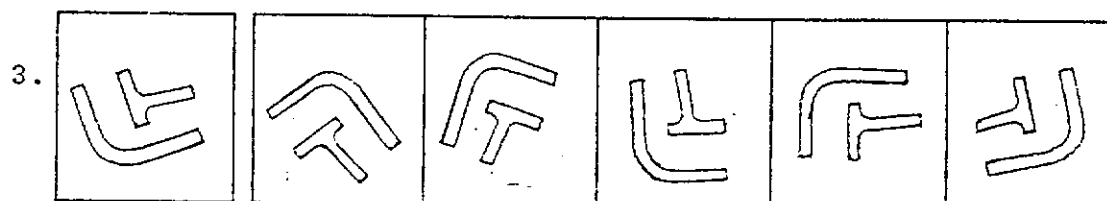
แบบทดสอบรูปภาพ



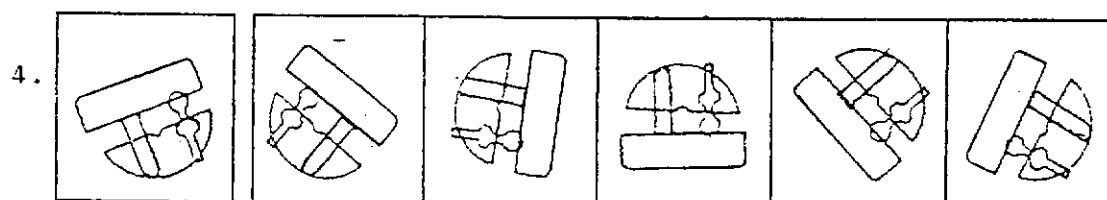
ก ข ค ง จ



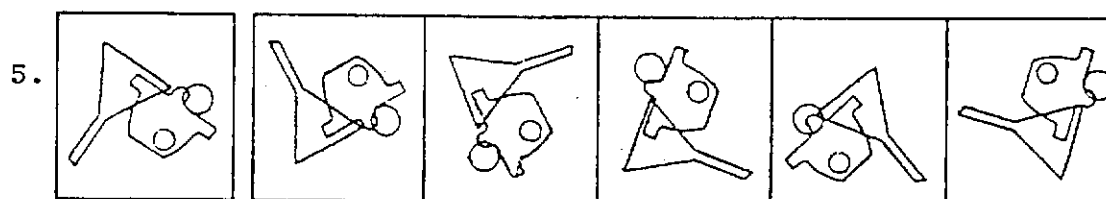
ก ข ค ง จ



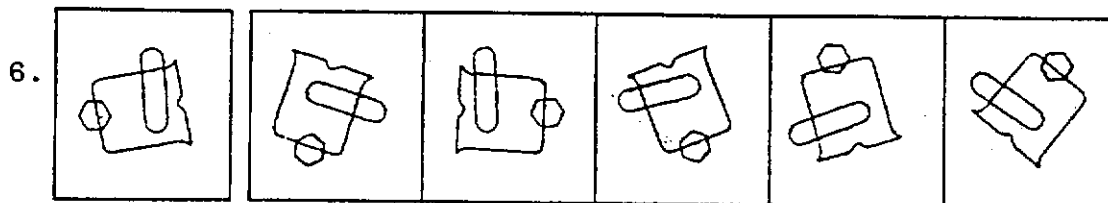
ก ข ค ง จ



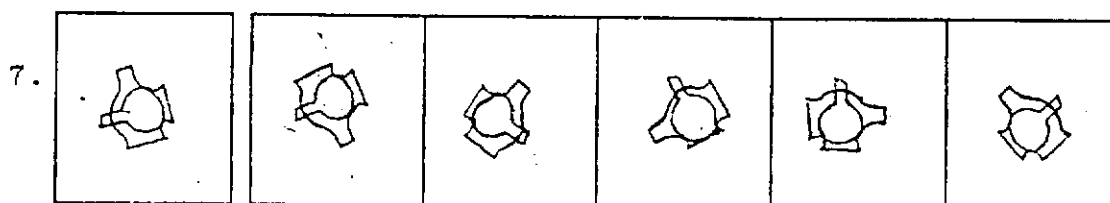
ก ข ค ง จ



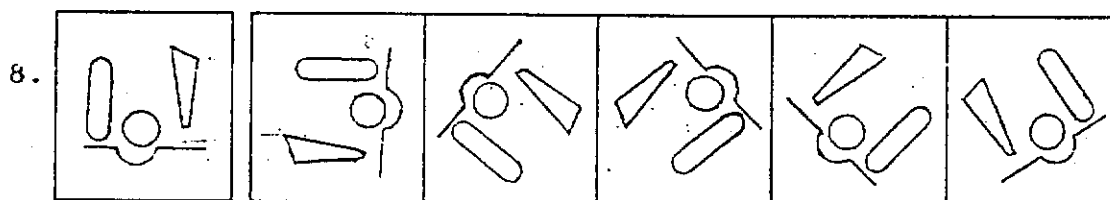
ก ข ค ง จ



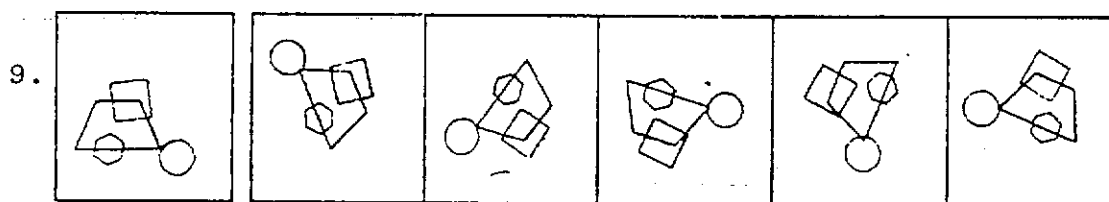
ก ข ค ง จ



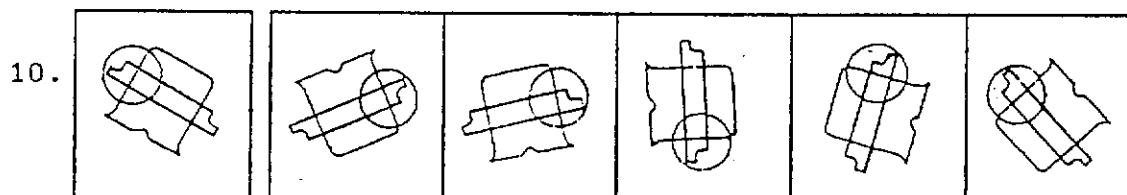
ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ

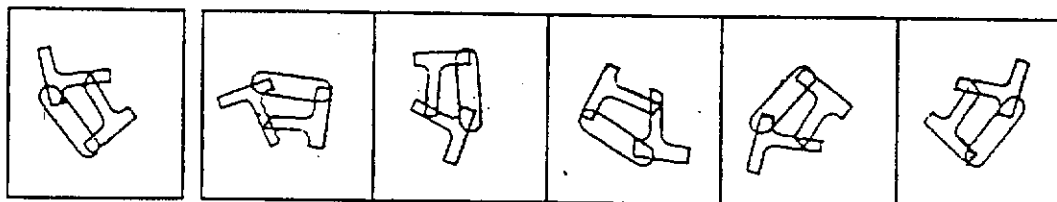


ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ

11.



ก

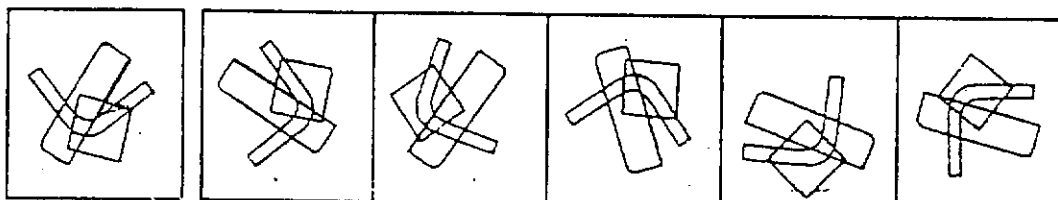
ข

ค

ง

จ

12.



ก

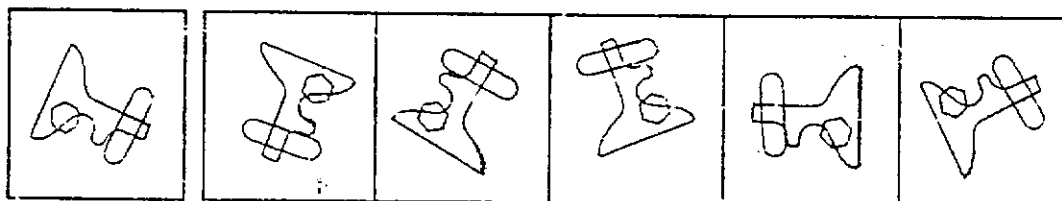
ข

ค

ง

จ

13.



ก

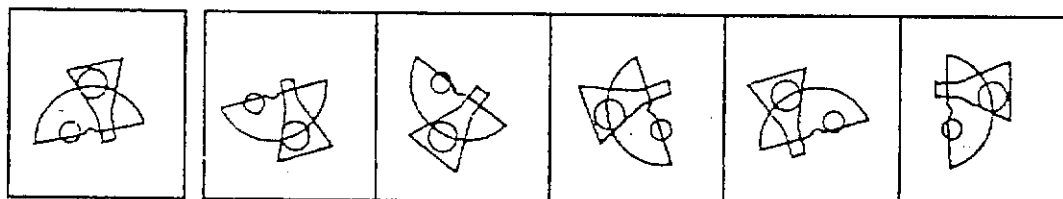
ข

ค

ง

จ

14.



ก

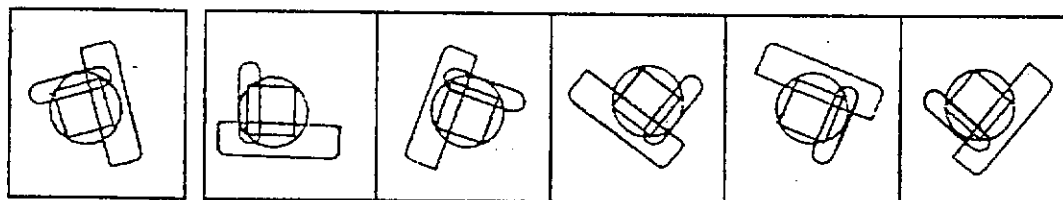
ข

ค

ง

จ

15.



ก

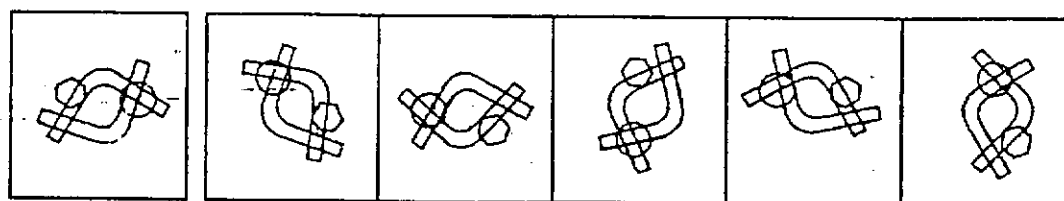
ข

ค

ง

จ

16.



ก

ข

ค

ง

จ

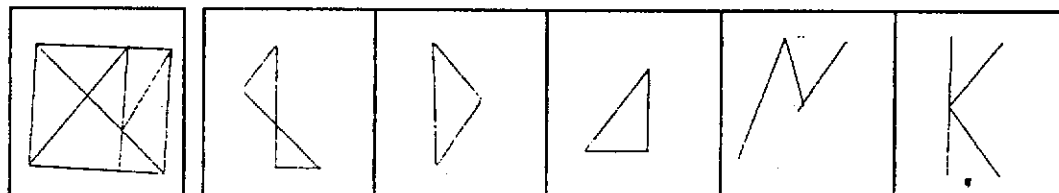
แบบทดสอบช่อนภาพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 18 ข้อ ให้เวลาทำ 10 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนหาว่าภาพใดทางขวามือที่ซ่อนอยู่ในภาพทางซ้ายมือ โดยที่ภาพว่าภาพใดเกิดจากการหมุนภาพทางซ้ายมือที่กำหนดไว้ในแนวราบ เมื่อทั้งสองนั้นมีขนาดเท่ากัน และทิศทางเดียวกัน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ 0)



ก ข ค ง จ

ในที่นี้ภาพที่ถูกตัดคือภาพในข้อ ก. ดังนั้นนักเรียนต้องขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ก. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

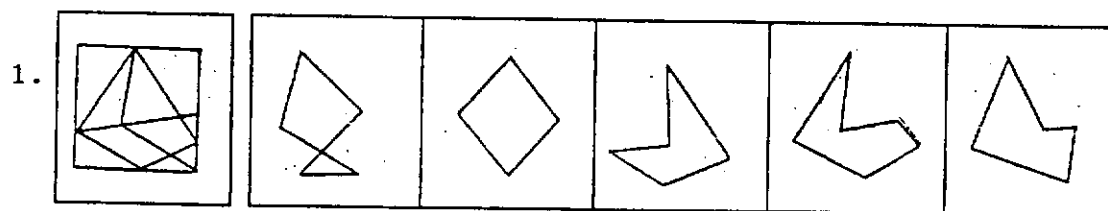
ข้อ 0) ก. ~~---~~ ข. === ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก. เป็นข้อ ข. ดังนี้

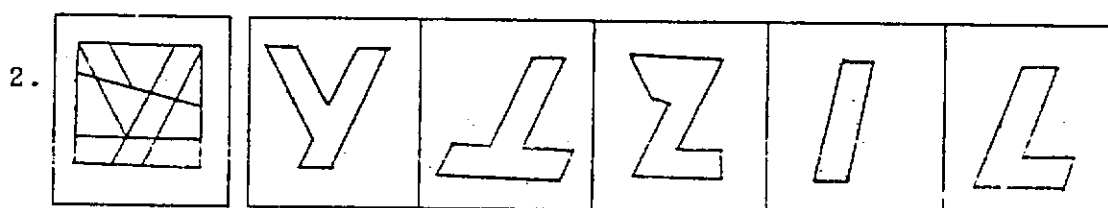
ข้อ 0) ก. ~~✗~~ ข. --- ค. === ง. === จ. ===

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

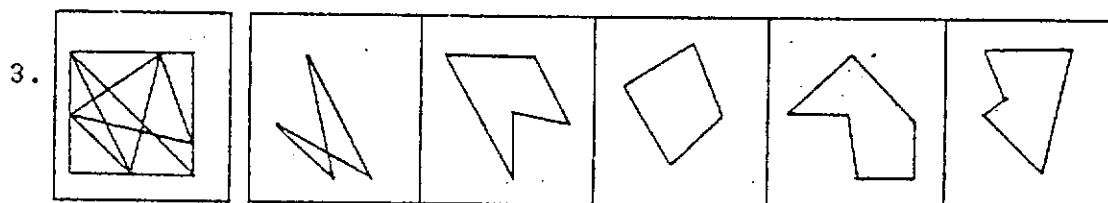
แบบทดสอบซ้อนภาพ



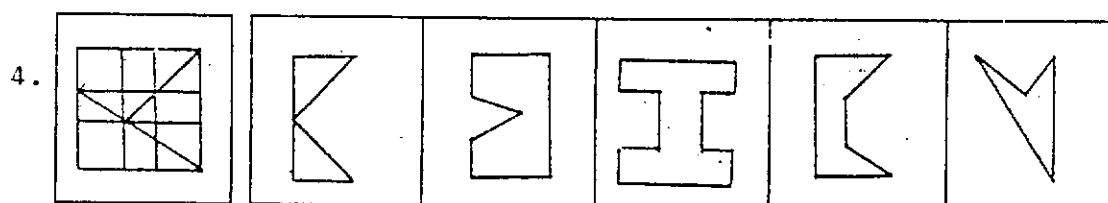
ก ข ค ง จ



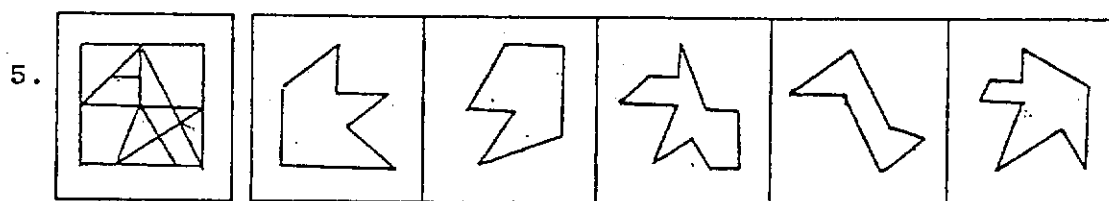
ก ข ค ง จ



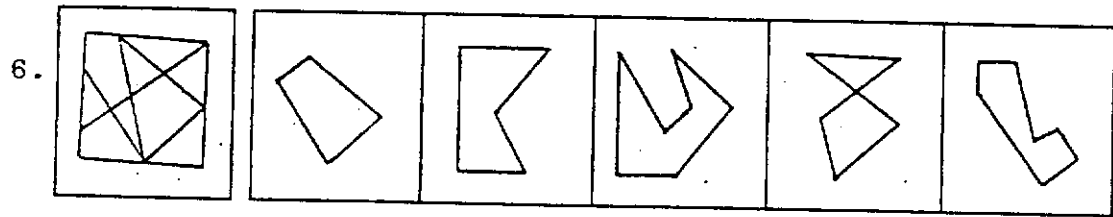
ก ข ค ง จ



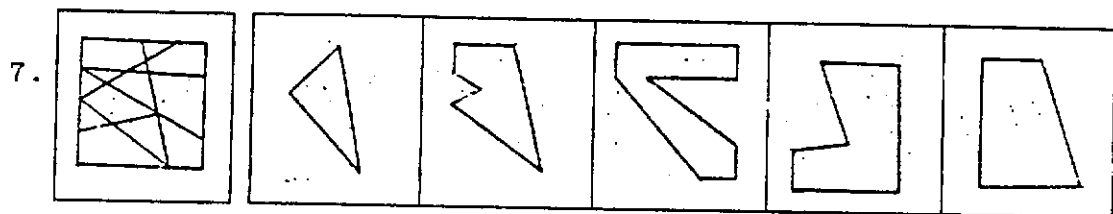
ก ข ค ง จ



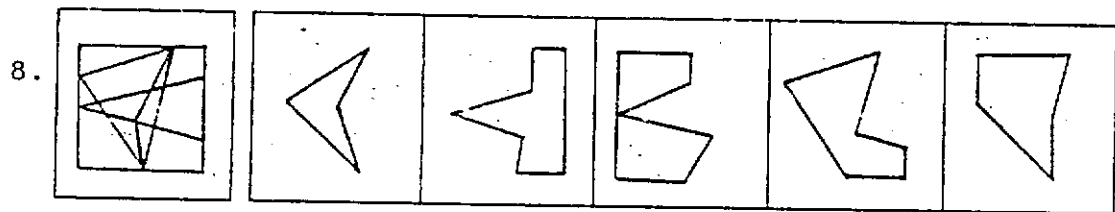
ก ข ค ง จ



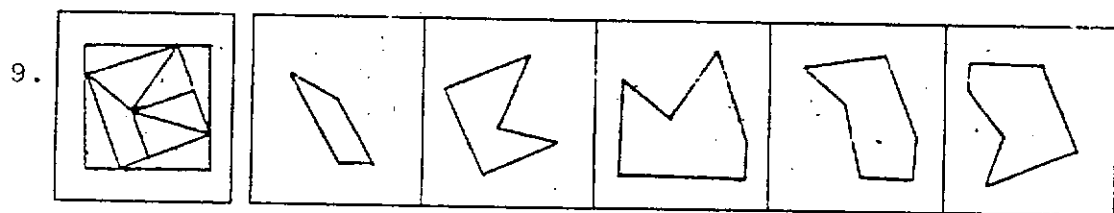
ก ข ค ง จ



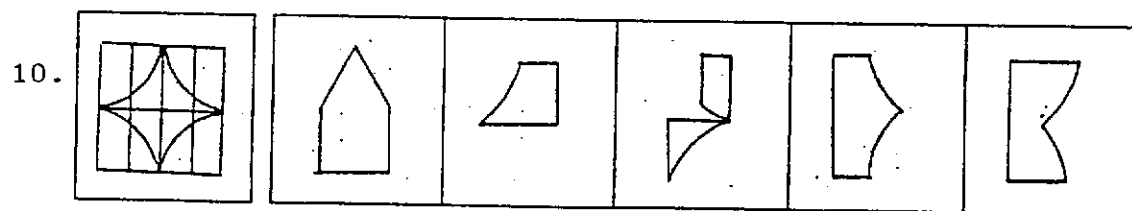
ก ข ค ง จ



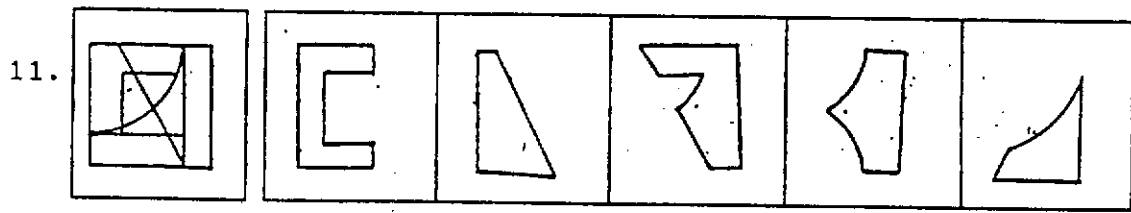
ก ข ค ง จ



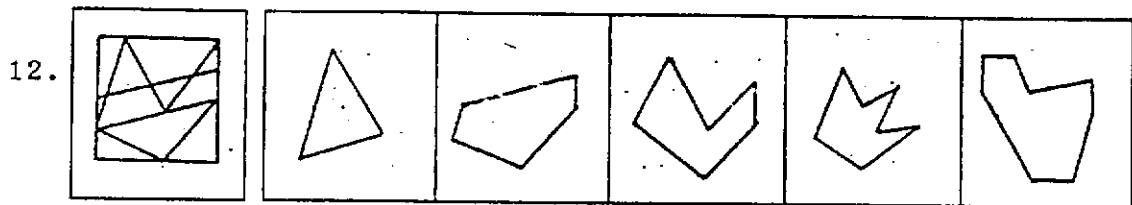
ก ข ค ง จ



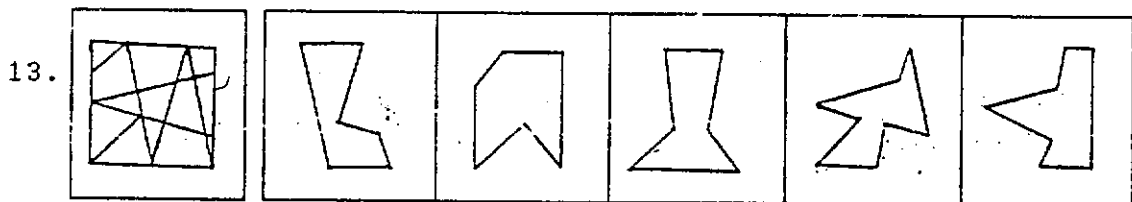
ก ข ค ง จ



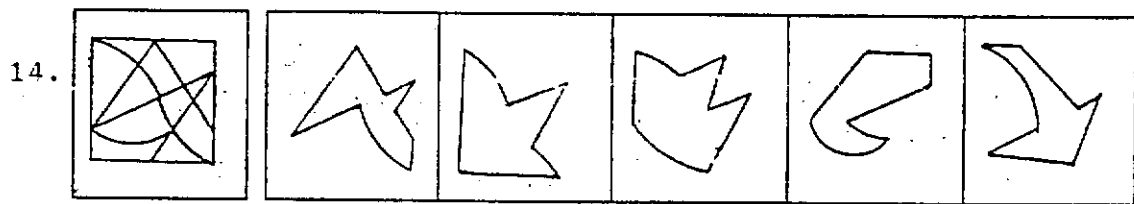
ก ข ค ง จ



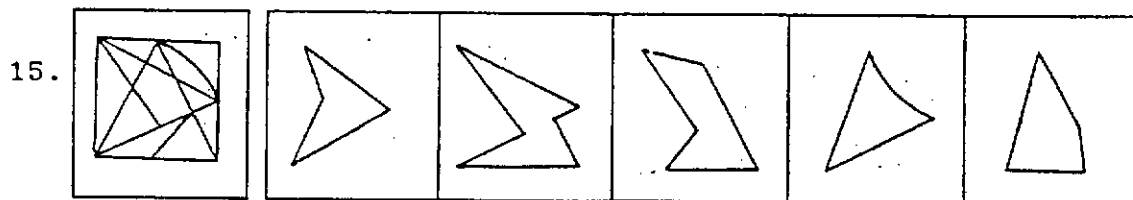
ก ข ค ง จ



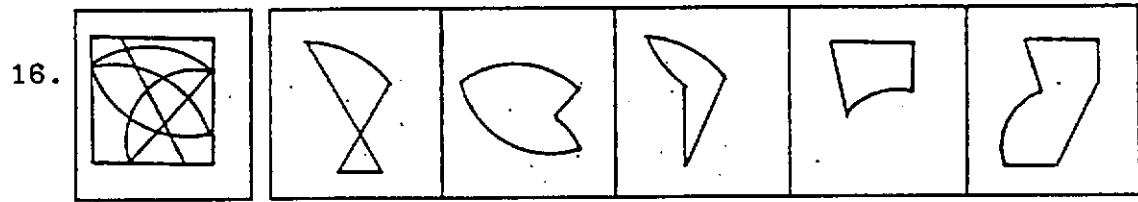
ก ข ค ง จ



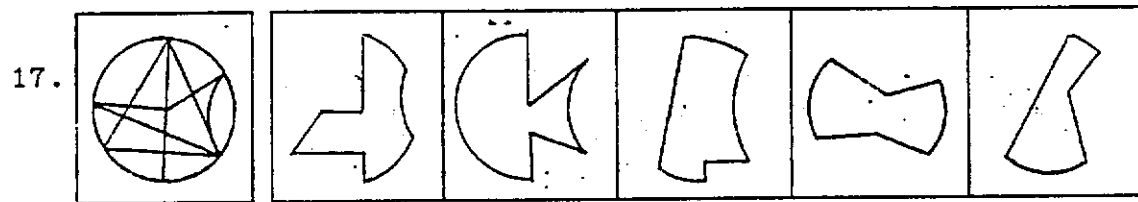
ก ข ค ง จ



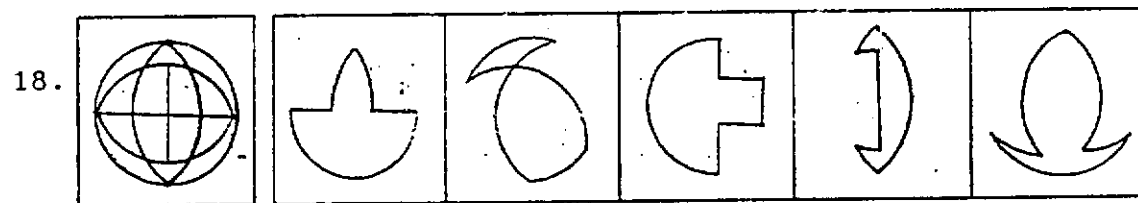
ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ

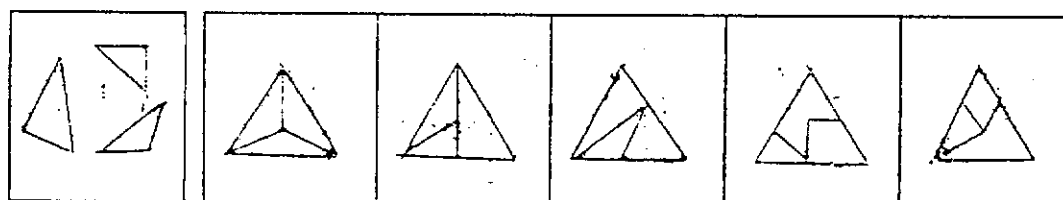
แบบทดสอบประกอบภาพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 14 ข้อ ให้เวลาทำ 10 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. การตอบให้นักเรียนพิจารณาเลือกภาพจากตัวเลือก ก, ข, ค, ง หรือ จ ว่าภาพใดเกิดจากการประกอบภาพทางซ้ายมือที่ถูกต้อง เมื่อเลือกได้แล้วให้นักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ข้างอักษรของข้อนั้น ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ 0)



ก

ข

ค

ง

จ

ในที่นี้ภาพที่เกิดจากการประกอบภาพทางซ้ายมือคือ ภาพในข้อ ข. ดังนั้นนักเรียนต้องขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องอักษร ข. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

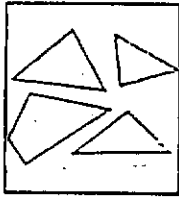
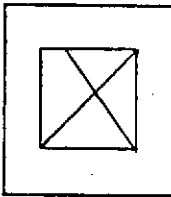
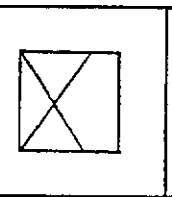
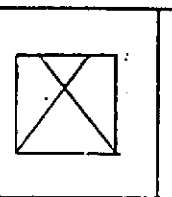
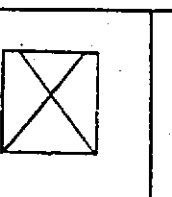
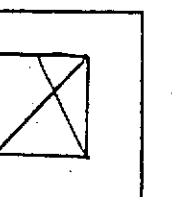
ข้อ 0) ก. === ข. ~~---~~ ค. === ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ จ. ดังนี้

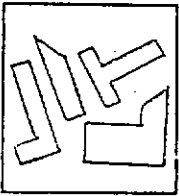
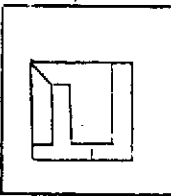
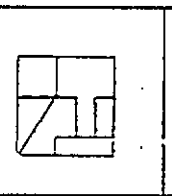
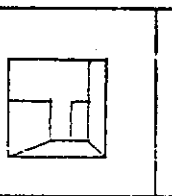
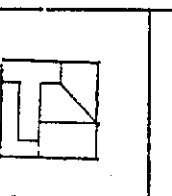
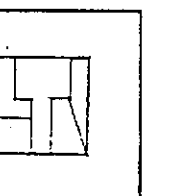
ข้อ 0) ก. === ข. ~~---~~ ค. === ง. === จ. ~~---~~

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าติดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

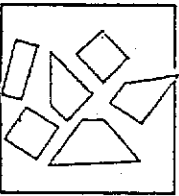
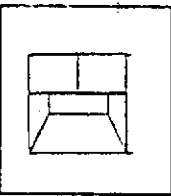
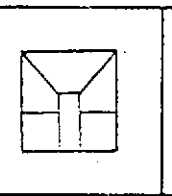
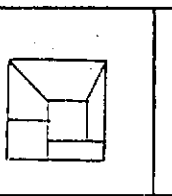
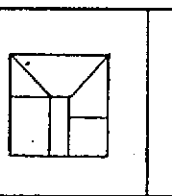
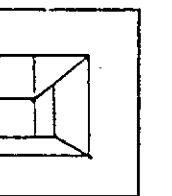
แบบทดสอบประกอบภาพ

1.      

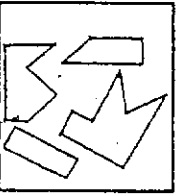
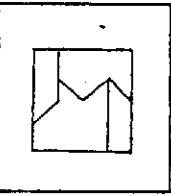
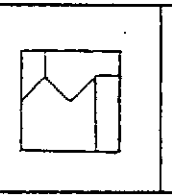
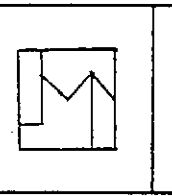
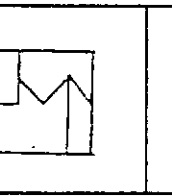
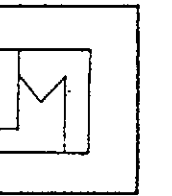
ก ข ค ง จ

2.      

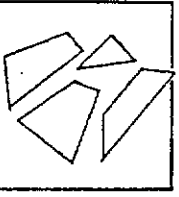
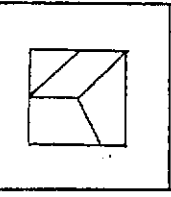
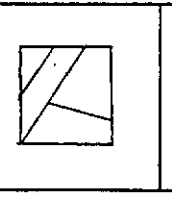
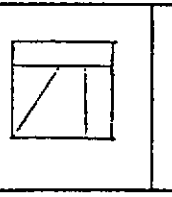
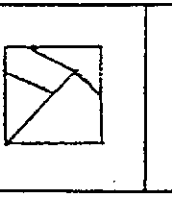
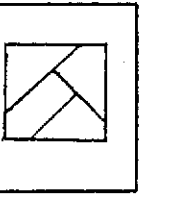
ก ข ค ง จ

3.      

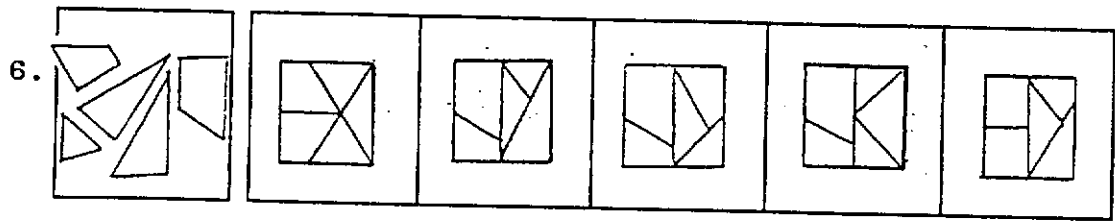
ก ข ค ง จ

4.      

ก ข ค ง จ

5.      

ก ข ค ง จ



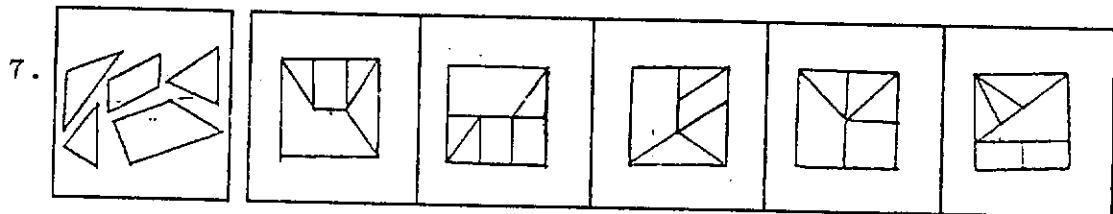
ก

ข

ค

ง

จ



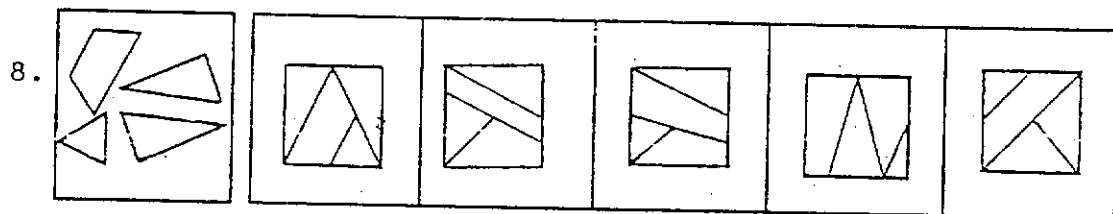
ก

ข

ค

ง

จ



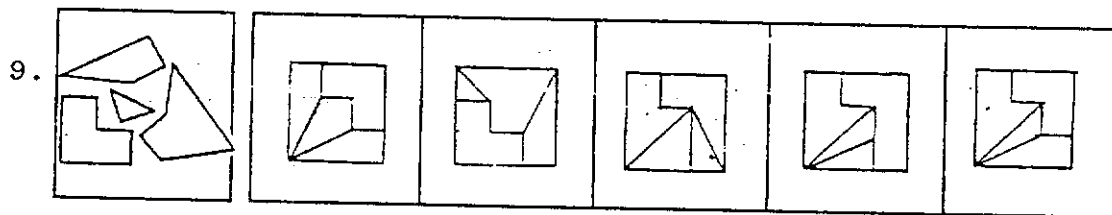
ก

ข

ค

ง

จ



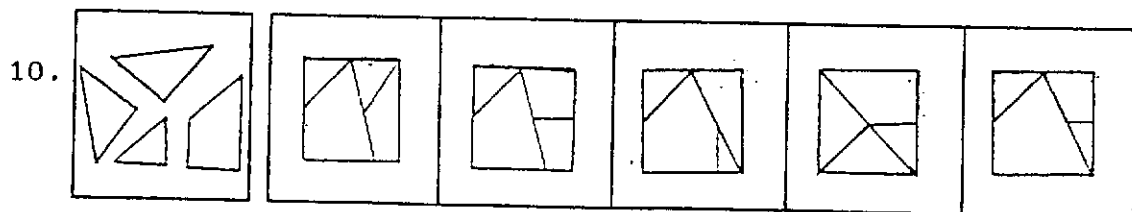
ก

ข

ค

ง

จ



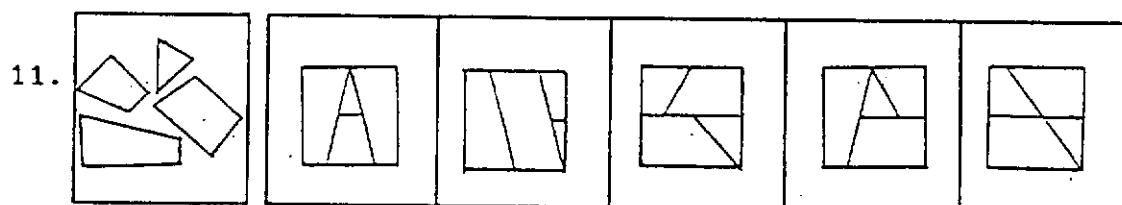
ก

ข

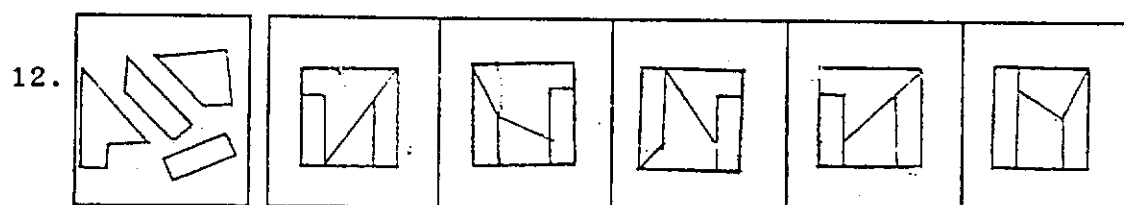
ค

ง

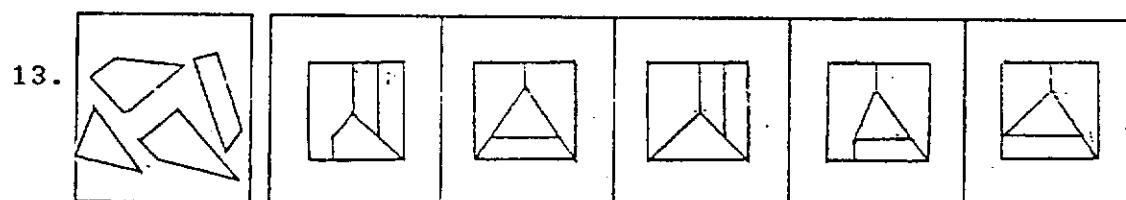
จ



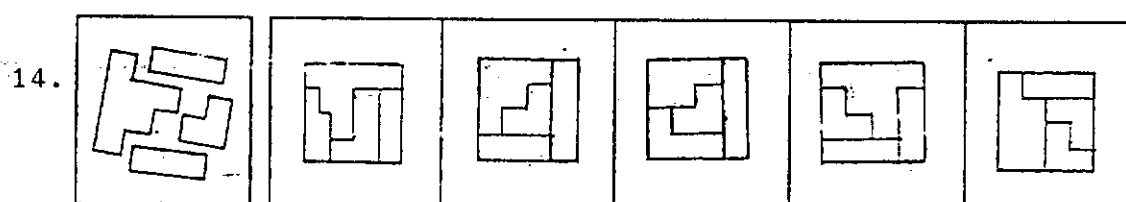
ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ



ก ข ค ง จ

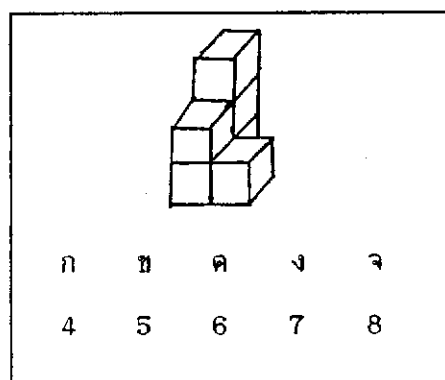
แบบทดสอบการนับรูปลูกบาศก์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 12 ข้อ ให้เวลาทำ 8 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนพิจารณาแยกรูปสี่เหลี่ยมรูปลูกบาศก์ และนับจำนวนของรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เหล่านั้น ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ 0)



คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. 6 ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ค. ในกระดาษคำตอบดังนี้

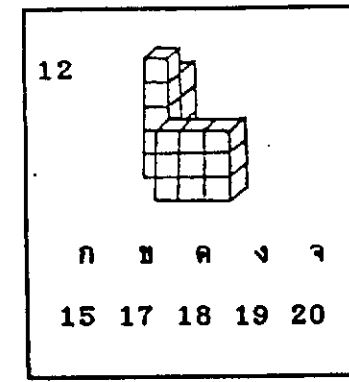
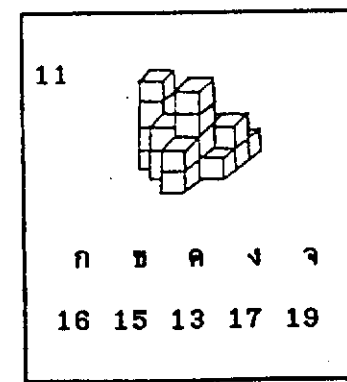
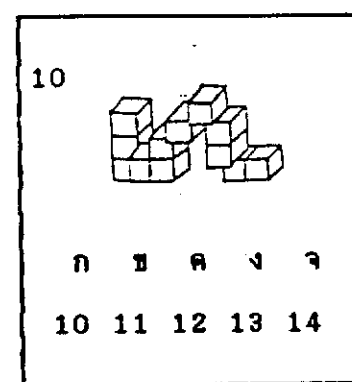
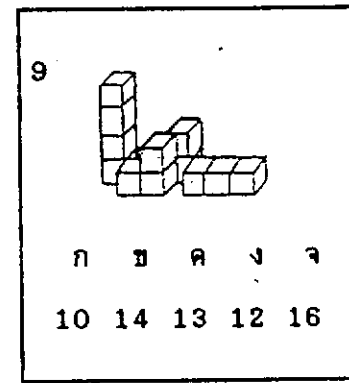
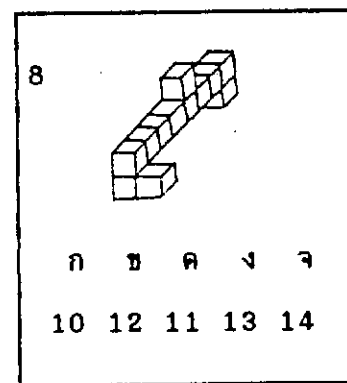
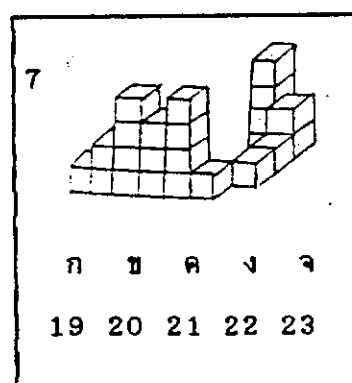
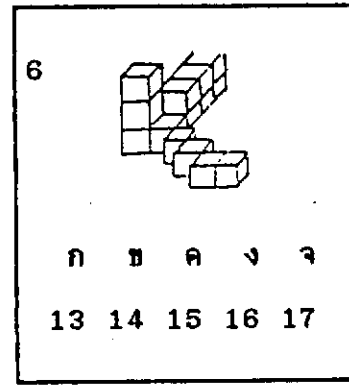
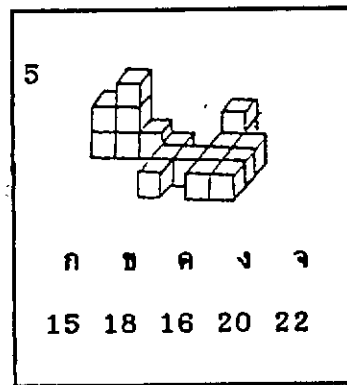
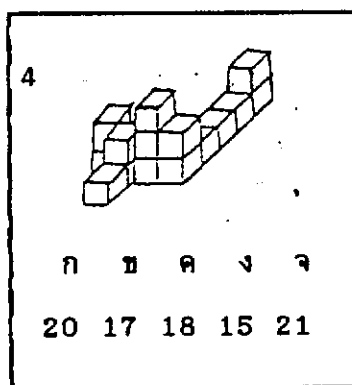
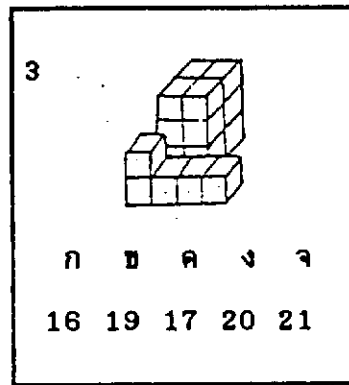
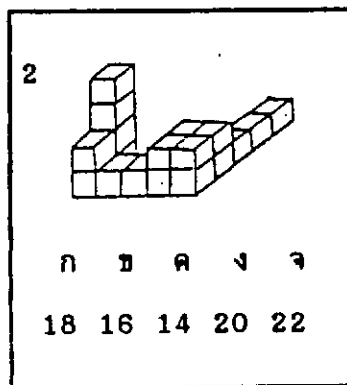
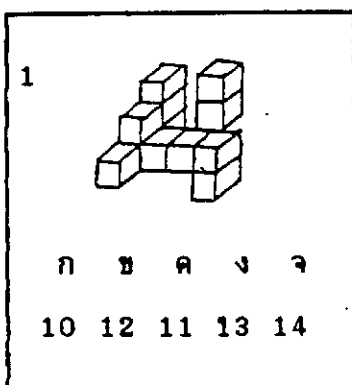
ข้อ 0) ก. === ข. === ค. ~~===~~ ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้อ จ. ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. ~~===~~ ง. === จ. ~~---~~

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบการนับรูปลูกบาศก์



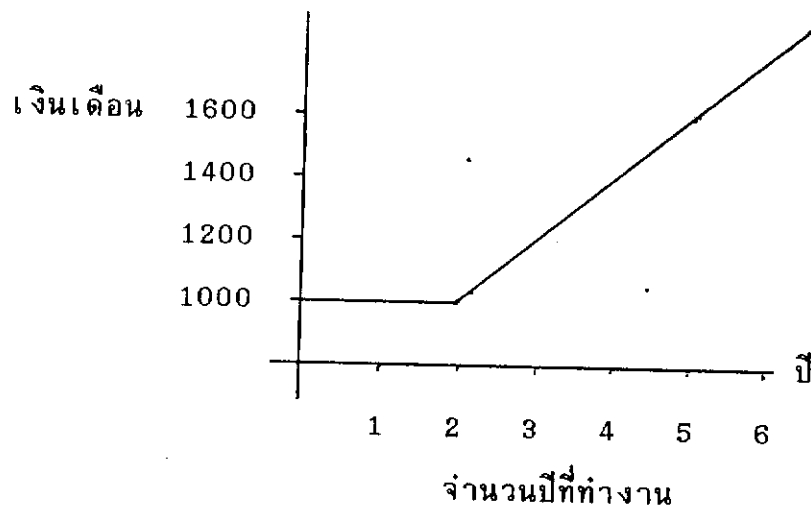
แบบทดสอบการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ 0)



ชายคนหนึ่งได้รับเงินเดือนตามกราฟ
ในปีที่ 6 ชายคนนี้จะได้รับเงินเดือนเท่าไร

- ก. 1600 บาท
- ข. 1700 บาท
- ค. 1800 บาท
- ง. 1900 บาท
- จ. 2000 บาท

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. 1800 บาท ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ค. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. ~~---~~ ง. === จ. ===

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาททับข้อเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้อ ง. ดังนี้

ข้อ 0) ก. === ข. === ค. ~~---~~ ง. ~~---~~ จ. ===

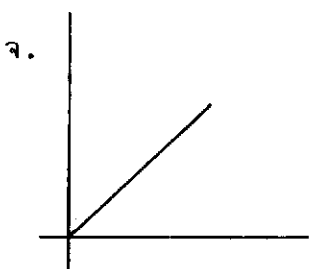
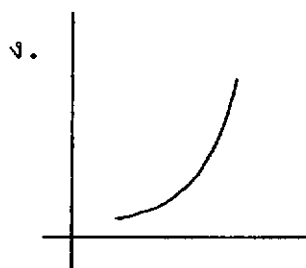
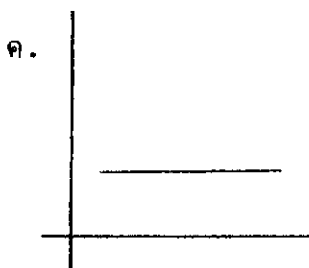
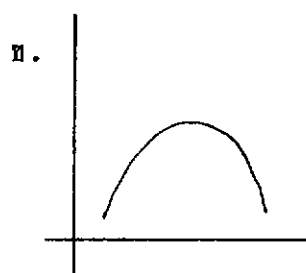
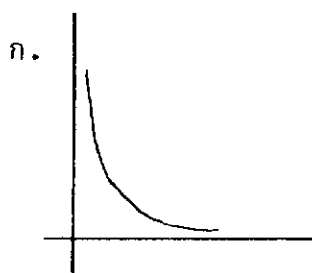
3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใดให้ยกมือถามเสียก่อน

แบบทดสอบตีความจำข้อมูลหรือกราฟ

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูตารางข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 2 ในการทดลองครั้งหนึ่งปรากฏว่าวัตถุก้อนหนึ่งเคลื่อนที่โดยมีความเร่งดังนี้

วินาทีที่	1	2	3	4	5	6	7
ระยะทาง	9.20	10.25	12.10	14.15	12.65	10.35	9.25

1. ควรสรุปกราฟการเคลื่อนที่ด้วยกราฟรูปใด



2. ในวินาทีที่ 9 วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นระยะทางประมาณเท่าใด ?

ก. 10 - 9 ฟุต

ข. 9 - 8 ฟุต

ค. 8 - 7 ฟุต

ง. 7 - 6 ฟุต

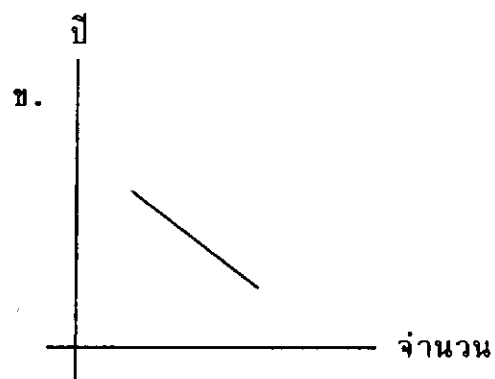
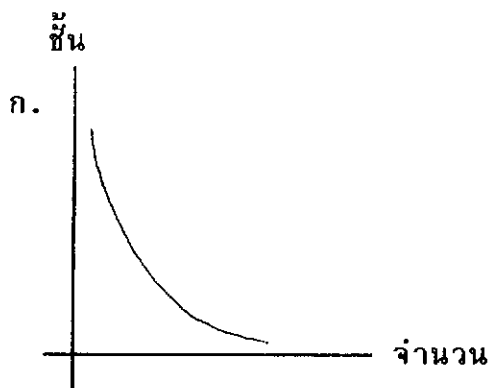
จ. 6 - 5 ฟุต

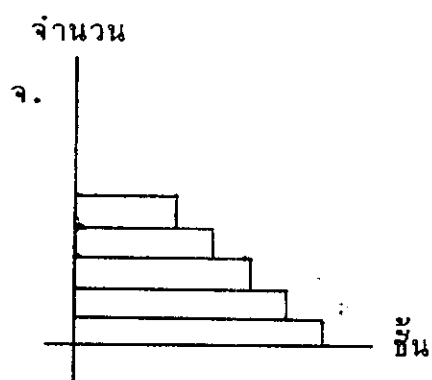
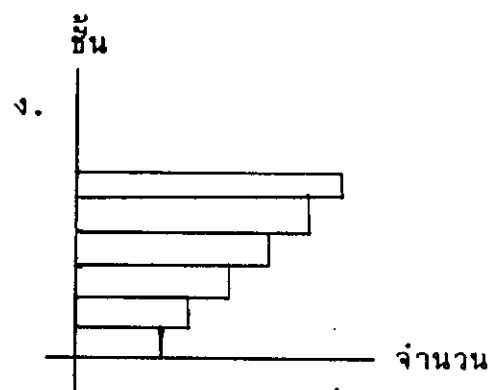
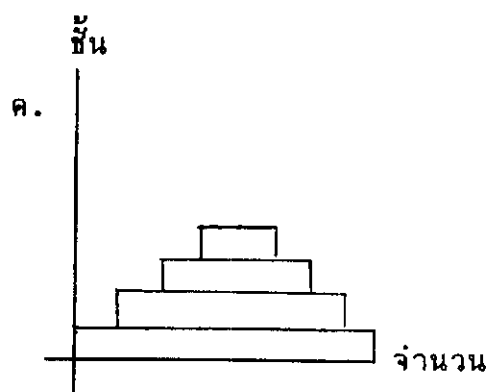
คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 3 ถึงข้อ 6

ตารางแสดงจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในปีการศึกษา 2533 - 2537

ปี	2533	2534	2535	2536	2537
ชั้น ป.1	809	844	875	909	938
ชั้น ป.2	773	809	844	875	909
ชั้น ป.3	742	773	809	844	875
ชั้น ป.4	708	742	773	809	844
ชั้น ป.5	675	706	742	773	809
ชั้น ป.6	641	675	708	742	773
ชั้น ม.1	611	641	675	708	742

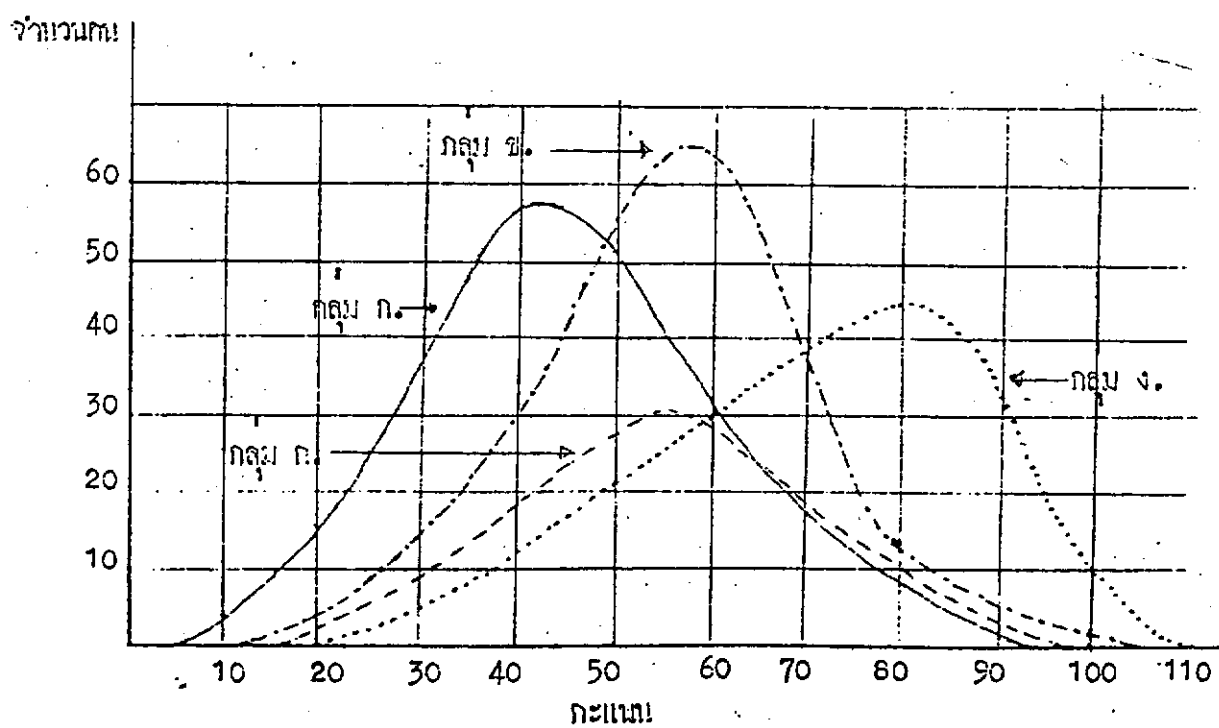
3. ในปีการศึกษา 2538 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะมีจำนวนนักเรียนเท่าไร
- ก. 742
ข. 773
ค. 809
ง. 844
จ. 875
4. ปีการศึกษา 2539 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จะมีจำนวนนักเรียนเท่าไร
- ก. 938 คน
ข. 909 คน
ค. 875 คน
ง. 844 คน
จ. 809 คน
5. ในปีการศึกษา 2536 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สอบตกกี่คน
- ก. 65 คน
ข. 36 คน
ค. 31 คน
ง. 3 คน
จ. ไม่มีนักเรียนสอบตก
6. ถ้าจะเขียนกราฟแทนจำนวนนักเรียนชั้นต่าง ๆ ในปีการศึกษา 2535 ควรเป็นกราฟรูปใด





คำชี้แจง ให้นักเรียนดูกราฟข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 ถึงข้อ 10

กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียน กลุ่ม ก. ข. ค. และ ง.



7. นักเรียนกลุ่มใดเก่งที่สุด ?

ก. กลุ่ม ก.

ข. กลุ่ม ข.

ค. กลุ่ม ค.

ง. กลุ่ม ง.

จ. กลุ่ม ข. และ กลุ่ม ง.

8. นักเรียนห้อง ข. ที่อ่อนที่สุดได้

คะแนนเท่าไร ?

ก. 5 คะแนน

ข. 12 คะแนน

ค. 16 คะแนน

ง. 18 คะแนน

จ. 20 คะแนน

9. นักเรียนห้อง ค. ที่ได้คะแนน ?

80 มีกี่คน

ก. 4 คน

ข. 8 คน

ค. 10 คน

ง. 12 คน

จ. 15 คน

10. นักเรียนห้อง ข. และห้อง ง.

ที่ได้คะแนน 100 มีจำนวน

มากกว่ากันกี่คน ?

ก. 6 คน

ข. 9 คน

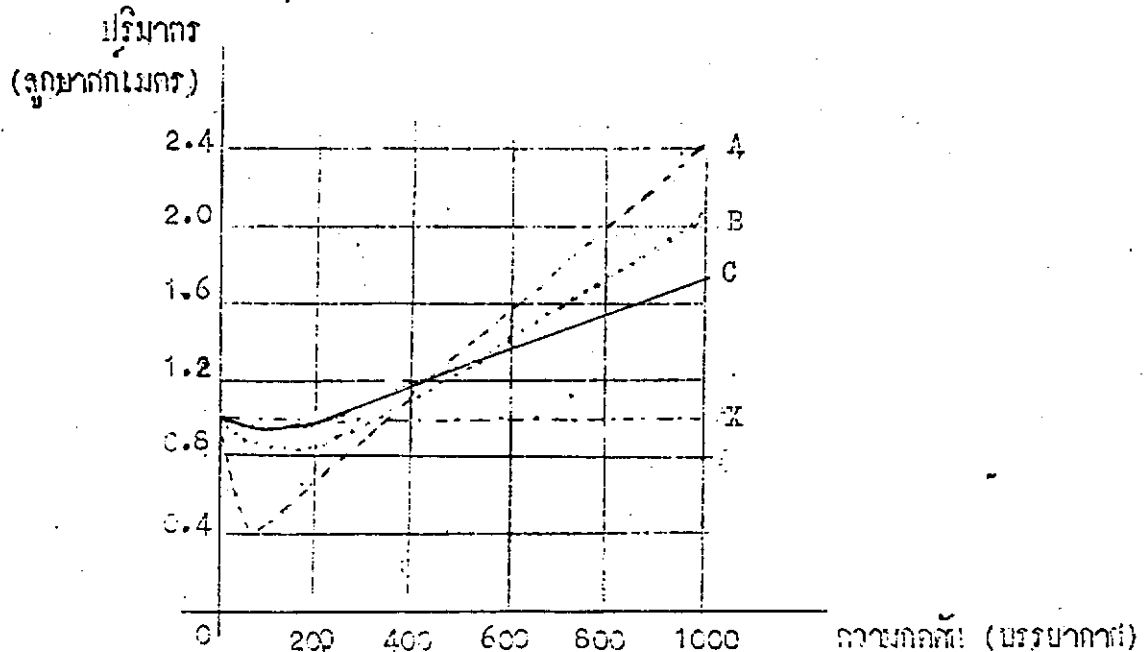
ค. 11 คน

ง. 13 คน

จ. 15 คน

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูกราฟข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 11 ถึงข้อ 15

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกดดันกับปริมาตรของก๊าซ



11. เมื่อความกดดันเพิ่มขึ้น ก๊าซ A จะมีปริมาตรเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - ก. เพิ่มขึ้น
 - ข. ลดลง
 - ค. เท่าเดิม
 - ง. ลดลงแล้วเพิ่มขึ้น
 - จ. เพิ่มขึ้นแล้วลดลง
12. ที่ความกดดัน 400 บรรยากาศ ก๊าซ A และ ก๊าซ C จะมีปริมาตรต่างกันเท่าไร
 - ก. 0.5 ลูกบาศก์เมตร
 - ข. 0.3 ลูกบาศก์เมตร
 - ค. 0.2 ลูกบาศก์เมตร
 - ง. 0.1 ลูกบาศก์เมตร
 - จ. 0.05 ลูกบาศก์เมตร
13. ความกดดัน 900 บรรยากาศ ก๊าซ A จะมีปริมาตรเท่าไร
 - ก. 1.6 ลูกบาศก์เมตร
 - ข. 1.8 ลูกบาศก์เมตร
 - ค. 2.0 ลูกบาศก์เมตร
 - ง. 2.2 ลูกบาศก์เมตร
 - จ. 2.4 ลูกบาศก์เมตร
14. ก๊าซ B จะมีปริมาตรมากกว่า ก๊าซ C เมื่อความกดดันที่บรรยากาศ
 - ก. 0 บรรยากาศ
 - ข. 400 บรรยากาศ
 - ค. 450 บรรยากาศ
 - ง. 550 บรรยากาศ
 - จ. 600 บรรยากาศ

15. ที่ 1200 บรรยากาศ ก๊าซใด

จะมีปริมาตรน้อยที่สุด

ก. ก๊าซ X

ข. ก๊าซ A

ค. ก๊าซ B

ง. ก๊าซ C

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

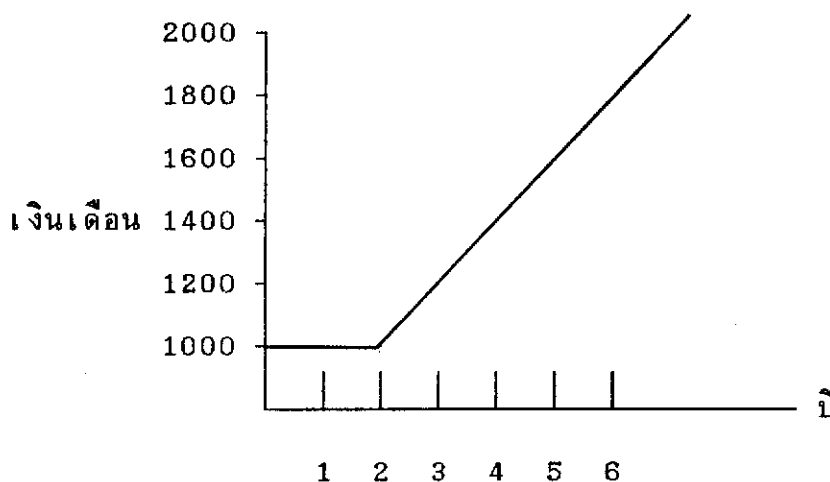
แบบทดสอบวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 70 ข้อ ให้เวลาทำ 3 ชั่วโมง ฉะนั้นนักเรียนควรคิดให้รอบคอบก่อนตอบ จึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0) บาท



ชายคนหนึ่งได้รับเงินเดือนตามกราฟ ในปีที่ 6 ชายคนนี้จะได้รับเงินเดือนเท่าไร

- ก. 1,600 บาท
- ข. 1,700 บาท
- ค. 1,800 บาท
- ง. 1,900 บาท
- จ. 2,000 บาท

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. 1,800 บาท ดังนั้นนักเรียนขีดเส้นหนา ๆ ลงในช่องข้างอักษร ค. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ข้อ 0) ก. == ข. == ค. ~~==~~ ง. == จ. ==

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาทกับข้อเดิม
ให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยน
คำตอบจากข้อ ค. เป็นข้อ ง. ดังนี้

ข้อ 0) ก. == ข. == ค. ~~==~~ ง. ~~==~~ จ. ==

3. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ จงข้ามไปทำข้ออื่นก่อน มีเวลาเหลือจึงย้อน
กลับมาทำข้อนั้น

1. ปริมาณสารมีหน่วยเป็นอะไร ?

- ก. เมตร (m)
- ข. แอมแปร์ (A)
- ค. โมล (mol)
- ง. กิโลกรัม (Kg)
- จ. แคลเดลลา (Cd)

2. 2 เซนติเมตร เป็นกี่ไมโครเมตร ?

- ก. 2×10^2
- ข. 2×10^3
- ค. 2×10^4
- ง. 2×10^5
- จ. 2×10^6

3. 4 ไมโครกรัม เป็นกี่กรัม ?

- ก. 4×10^{-3}
- ข. 4×10^{-4}
- ค. 4×10^{-5}
- ง. 4×10^{-6}
- จ. 4×10^{-7}

4. ใช้เครื่องมืออะไรวัดอุณหภูมิของน้ำ?

- ก. เทอร์มอมิเตอร์
- ข. ไม้บรรทัด
- ค. เครื่องชั่ง
- ง. เดซิเบล
- จ. เทอร์โมสตัล

5. ข้อใดการหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ?

- ก. การวัด
- ข. การวิ่ง
- ค. การฟัง
- ง. การจับเวลา
- จ. การคาดคะเน

6. การแสดงผลของเครื่องมือวัดมีได้กี่แบบ ?

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

7. ปัจจุบันมาตราวัดความยาวของไทยใช้ความยาวของสิ่งใด ?

- ก. ความยาวของถนน
- ข. ความสูงของอาคาร
- ค. ความสูงของต้นไม้
- ง. ด้านกว้างด้านยาวของที่ดิน
- จ. ด้านกว้างด้านยาวของห้องนอน

8. กราฟระบบพิกัดฉาก แกนนอนหรือแกน X ใช้แทนค่าใด ?

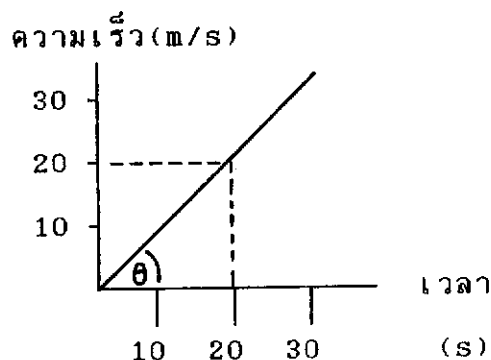
- ก. ตัวแปรอิสระ
- ข. ตัวแปรตาม
- ค. ค่าคงที่
- ง. ค่าความชันของกราฟ
- จ. เส้นสัมผัสของกราฟ

9. จากสมการเส้นตรง $Y=mx+c$ ค่า c

คือค่าของข้อใด ?

- ก. ระยะที่เส้นกราฟตัดแกน y
- ข. ระยะที่เส้นกราฟตัดแกน x
- ค. ความชันของเส้นกราฟ
- ง. ความยาวของเส้นกราฟ
- จ. ความกว้างของมุม

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว
และเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ใช้ตอบข้อ 10-12



10. จากกราฟ ความเร็วเป็นตัวแปร
ชนิดใด ?

- ก. ตัวแปรตรง
- ข. ตัวแปรตาม
- ค. ตัวแปรอิสระ
- ง. ไม่เป็นตัวแปรชนิดใด
- จ. ถูกทั้ง ก และ ข

11. จากกราฟความชันของเส้นกราฟมีค่า
กี่องศา ?

- ก. 60°
- ข. 45°
- ค. 30°
- ง. 25°
- จ. 15°

12. ถ้าเส้นกราฟที่ได้ขนานกับแกนเวลา
จะแปลความหมายได้ตามข้อใด ?

- ก. ความเร็วเป็นตัวแปรอิสระ
- ข. เวลาเป็นตัวแปรอิสระ
- ค. ความเร็วเป็นตัวแปรตาม
- ง. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
- จ. เวลาเป็นตัวแปรตาม

13. โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัด
ปริมาณใด ?

- ก. น้ำหนัก
- ข. ระยะทาง
- ค. กระแสไฟฟ้า
- ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้า
- จ. แรงดันของน้ำ

14. หน่วยมาตรฐานที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าในระบบเอสไอ คือ ?
- ไมโครแอมแปร์
 - แอมแปร์
 - มิลลิแอมแปร์
 - กิโลแอมแปร์
 - เมกะแอมแปร์
15. ไม้เมตรยาว 1 เมตร ถ้าคิดความยาวในหน่วยไมโครเมตร จะได้ยาวเท่าไร ?
- $10^2 \mu\text{m}$
 - $10^3 \mu\text{m}$
 - $10^4 \mu\text{m}$
 - $10^6 \mu\text{m}$
 - $10^9 \mu\text{m}$
16. หน่วยที่เหมาะสมใช้ในการวัดความยาวของถนนคือข้อใด ?
- กิโลเมตร
 - ไมล์
 - เมตร
 - เส้น
 - เซนติเมตร
17. ไม้บรรทัดโดยทั่วไปยาว 30 เซนติเมตร ถ้าคิดความยาวในหน่วยนาโนเมตร จะเป็นเท่าใด ?
- $3 \times 10^5 \text{ nm}$
 - $3 \times 10^4 \text{ nm}$
 - $3 \times 10^3 \text{ nm}$
 - $3 \times 10^2 \text{ nm}$
 - $3 \times 10 \text{ nm}$
18. แสงเคลื่อนที่ในอากาศด้วยความเร็วเท่าใด ?
- $3 \times 10^5 \text{ m/s}$
 - $3 \times 10^6 \text{ m/s}$
 - $3 \times 10^7 \text{ m/s}$
 - $3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 - $3 \times 10^9 \text{ m/s}$
19. ในความคิดปัจจุบันถือว่าแสงเป็นอะไร ?
- เป็นอนุภาคของสสาร
 - เป็นอนุภาคของพลังงาน
 - เป็นคลื่นตามขวาง
 - เป็นคลื่นตามยาว
 - ถูกทั้งข้อ ข และ ค

20. ถ้าความเร็วแสงในตัวกลางหนึ่ง เป็น 3:4 ความเร็วของแสงใน อากาศตัวกลางนั้นมีดัชนีหักเห เท่าไร ?

- ก. 0.75
- ข. 1.33
- ค. 1.4
- ง. 1.73
- จ. 1.88

21. มุมเบี่ยงเบนของแสงสีใดมีค่าน้อยที่สุด ?

- ก. สีม่วง
- ข. สีแดง
- ค. สีน้ำเงิน
- ง. สีเขียว
- จ. สีเหลือง

22. ภาพเสมือนเป็นภาพที่ได้จากข้อใด?

- 1. กระจกนูน 2. กระจกเงา
- 3. เบนส์นูน 4. เลนส์เว้า

คำตอบ

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

23. เส้นปกติ ณ ตำแหน่งที่แสดงตกกระทบ ผิวกระจกโค้ง จะมีทิศทางอยู่ในแนวใด ?

- ก. ผ่านจุด C
- ข. ผ่านจุด F
- ค. ผ่านตัวกระจก
- ง. ผ่านจุดห่างจากกระจกเท่ากับ 2R
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

24. ภาพสุดท้ายที่เกิดจากกล้องจุลทรรศน์ เป็นภาพชนิดใด ?

- ก. ภาพเสมือนหัวกลับกับวัตถุ
- ข. ภาพจริงหัวกลับกับวัตถุ
- ค. ภาพจริงหัวตั้งเหมือนวัตถุ
- ง. ภาพเสมือนหัวตั้งเหมือนวัตถุ
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

25. ลวดลายของสีที่เห็นจากผิวของฟองสบู่เกิดจากอะไร ?

- ก. การสะท้อนและการหักเห
- ข. การสะท้อนและการแทรกสอด
- ค. การหักเหและการแทรกสอด
- ง. การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

26. การที่เรามองเห็นวัตถุสีดำ
เนื่องจากวัตถุนั้นเป็นอย่างไร ?

- ก. ดูดกลืนสีดำ
- ข. สะท้อนสีดำ
- ค. สะท้อนทุกสี
- ง. ดูดกลืนทุกสี
- จ. หักเหสีดำ

27. ความสว่างของแสงบนพื้นที่ใด ๆ
หมายถึงข้อใด ?

- ก. อัตราพลังงานแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่รับแสง
- ข. ความเข้มของแสงบนพื้นที่นั้น
- ค. อัตราพลังงานแสงทั้งหมดบนพื้นที่นั้น
- ง. อัตราพลังงานแสงต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่ปล่อยแสง
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

28. ความสว่างบนพื้นที่ใด ๆ ใช้
หน่วยวัดใด ?

- ก. แกร์เทียน
- ข. ลักซ์
- ค. วัตต์
- ง. เคลวิน
- จ. กิโลกรัม

29. หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด ใช้
อัตราพลังงานแสงได้ 2700 ลูเมน
จงหาความสว่างบนโต๊ะพื้นที่
5 ตารางเมตร จากหลอดไฟ 2 หลอด
เป็นเท่าใด ?

- ก. 88 ลักซ์
- ข. 640 ลักซ์
- ค. 540 ลักซ์
- ง. 1080 ลักซ์
- จ. 2000 ลักซ์

30. สีที่จัดเป็นสีปฐมภูมิคือสีในข้อใด ?

- ก. แดง น้ำเงิน เขียว
- ข. แดง เหลือง ขาว
- ค. แดง เขียว ขาว
- ง. แดง เหลือง เขียว
- จ. แดง เหลือง น้ำเงิน

31. คนที่สวมเสื้อสีน้ำเงินอยู่ในห้อง
สีเหลือง จะมองเห็นเสื้อเขาเป็นสี
อะไร ?

- ก. สีเหลือง
- ข. สีน้ำเงิน
- ค. สีขาว
- ง. สีดำ
- จ. สีแดง

32. คนขับรถที่สายตาบอดสี เขียวจะมองเห็นสีเหลืองเป็นสีอะไร ?
- ก. สีชมพู
ข. สีแดง
ค. สีน้ำตาล
ง. สีเทา
จ. สีดำ
33. จุดที่มีเฟสเดียวกันจะมีมุมต่างกันเท่าไร ?
- ก. 90° 180° 360°
ข. π 3π 5π
ค. 180° 360° 540°
ง. 360° 720° 1080°
จ. 360° 450° 540°
34. คลื่น 2 ขบวนเคลื่อนที่เข้าหากัน โดยมีเฟสตรงกันข้าม คลื่นรวมจะเป็นอย่างไร ?
- ก. เป็นเส้นตรง
ข. มีแอมพลิจูดเป็นสองเท่าของแอมพลิจูดของคลื่นทั้งสอง
ค. มีแอมพลิจูดเท่ากับผลต่างของแอมพลิจูดทั้งสอง
ง. เป็นไปได้ทั้งข้อ ก ข และ ค
จ. สรุปไม่ได้
35. ถ้าคลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปยังบริเวณน้ำตื้น ข้อใดไม่ถูกต้อง ?
- ก. ความยาวคลื่นน้ำลึกมากกว่าความยาวคลื่นในน้ำตื้น
ข. ความถี่ในน้ำลึกเท่ากับความถี่ในน้ำตื้น
ค. ความเร็วคลื่นในน้ำลึกมากกว่าความเร็วคลื่นในน้ำตื้น
ง. ข้อ ก ค และ ง ถูก
36. ระยะทางจากยอดคลื่นถึงท้องคลื่นที่อยู่ติดกันเป็น 4 เมตร ถ้ามีคลื่น 30 คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 นาที คลื่นขบวนนี้มีความเร็วเท่าไร ?
- ก. 2 เมตร/วินาที
ข. 3 เมตร/วินาที
ค. 4 เมตร/วินาที
ง. 5 เมตร/วินาที
จ. 6 เมตร/วินาที
37. คลื่นรูปไซน์ขบวนหนึ่งทุก ๆ ระยะที่ห่างกัน $\frac{\lambda}{3}$ จะมีเฟสต่างกันเท่าไร ?
- ก. 60
ข. 250
ค. 180
ง. 120
จ. 360

38. คลื่นขบวนหนึ่งเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่ง ได้ 120 ลูกต่อนาที ความถี่ของคลื่นเป็นเท่าไร ?

- ก. 120 HZ
- ข. 125 HZ
- ค. 130 HZ
- ง. 135 HZ
- จ. 360 HZ

39. จากข้อ 38 คาบของคลื่นเป็นเท่าไร ?

- ก. 0.25 วินาที
- ข. 0.35 วินาที
- ค. 0.5 วินาที
- ง. 2 วินาที
- จ. 3 วินาที

40. คลื่นขบวนหนึ่งมีความถี่ 150 HZ มีความเร็ว 30 m/s ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กันจะห่างกันเท่าไร ?

- ก. 10 cm.
- ข. 20 cm.
- ค. 30 cm.
- ง. 40 cm.
- จ. 50 cm.

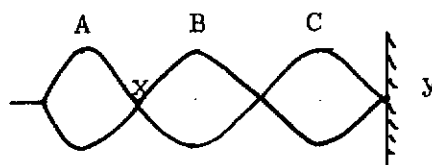
41. จากข้อ 40 ตำแหน่งที่มีเฟสต่างกัน 90° จะอยู่ห่างกันเท่าไร ?

- ก. 15 cm.
- ข. 10 cm.
- ค. 5 cm.
- ง. 20 cm.
- จ. 25 cm.

42. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วทำให้เกิดการหักเห ปริมาณใดบ้างที่ไม่เปลี่ยนแปลง ?

- ก. ความถี่
- ข. อัตราเร็ว
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. แอมพลิจูด
- จ. ความเร็ว

43. คลื่นนิ่งในเส้นลวดมีลักษณะดังรูป

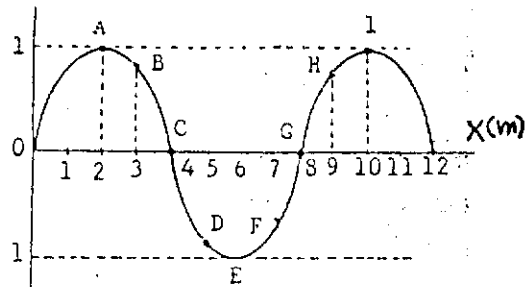


จากรูป จุด x หมายถึงอะไร ?

- ก. Node
- ข. Antinode
- ค. Amplitude
- ง. Wave Length
- จ. frequency

44. จากข้อ 43 ความยาวคลื่นคือข้อใด ?
- ระยะ AX
 - ระยะ AC
 - ระยะ AB
 - ระยะ AY
 - ระยะ XB
45. จากข้อ 43 เกิดจากปรากฏการณ์อะไร ?
- การซ้อนทับของคลื่น
 - การหักเห
 - การเลี้ยวเบน
 - การกระจาย
 - การทรงสถานะ
46. ถ้า S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นในภาคคลื่น ซึ่งมีความถี่เท่ากัน และมีเฟสตรงกัน ห่างกัน 8 cm. และความยาวคลื่น = 4 cm. เกิดบัพ (Node) ที่จุดบนเส้นตรง ?
- $S_1 \quad S_2$
- 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
47. จุดกำเนิดคลื่น S ในภาคคลื่น ให้กำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่องด้วยความถี่ค่าหนึ่ง มีวัตถุของตรงกันสะท้อนคลื่น R ที่ระยะห่างจาก S 3 เท่าของความยาวคลื่น จะเกิดแนวบัพ (Node) ที่จุดระหว่าง S กับ R
- 2
 - 4
 - 5
 - 6
 - 8
48. สมบัติใดเป็นสมบัติของคลื่นไม่ใช่ ?
- สมบัติของอนุภาค
- การสะท้อน
 - หักเห
 - การสั่น
 - เลี้ยวเบน
 - แทรกสอด

จากรูป ให้ตอบข้อ 49-50



49. แอมพลิจูดของคลื่นเป็นเท่าใด ?

- ก. 4 cm.
- ข. 3 cm.
- ค. 2 cm.
- ง. 1 cm.
- จ. 1/2 cm.

50. ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

200 m/s ความถี่ของคลื่น

เป็นเท่าใด ?

- ก. 20 HZ
- ข. 25 HZ
- ค. 30 HZ
- ง. 35 HZ
- จ. 45 HZ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นายวัชรชัย สุวรรณไตร
 เกิดวันที่ 22 เดือนสิงหาคม พุทธศักราช 2503
 สถานที่เกิด บ้านเลขที่ 7 หมู่ 1 ตำบลบ่อแก้ว อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 152/1 ซอยของครักษ์ ถนนสามเสน เขตดุสิต
 กรุงเทพมหานคร 10300 โทรศัพท์ 2415360
 ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน นักวิชาการสอบ ระดับ 6
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน สำนักงาน ก.ค. กระทรวงศึกษาธิการ
 ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2522 มศ. 5 โรงเรียนอานวยศิลป์พระนคร
 อำเภอพญาไท กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ. 2525 กศ.บ. (ฟิลิปปส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
 พ.ศ. 2539 กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

**องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

บทคัดย่อ

ของ

วิรัชชัย สุวรรณไตร

**เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา**

ตุลาคม 2539

การศึกษารึ้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ และหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนโปรแกรมวิทย์-คณิต จำนวน 1,250 คน การวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

1. องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านภาษา

2. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ มีความสัมพันธ์กันไปในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. สมการตัวพยากรณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Y_c = 9.0882 + 2.0565D_1 + 0.2664D_3 + 0.1411D_4$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_c = 0.8480Z_1 + 0.0977Z_3 + 0.0553Z_4$$

4. องค์ประกอบที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ตามลำดับ คือ องค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และองค์ประกอบด้านเหตุผล

A FACTOR OF INTELIGENT ATTITUDE IN LEARNED PHYSICS RELATED
TO THE ACHIEVEMENT IN LEARNED PHYSICS OF MATAYOM 4 STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

WATCHAI SUWANNATRAI

presented in Partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakarinwirot University

October 1996

The purpose of this study was to analyse of mental aptitude factors in physics and to analyse of mental aptitude factors which related to Achievement in Physics of Matayom 4 in Bangkok. The subject were 1,250 Matayom 4 program Science - Maths students in Bangkok. They were selected by multistage Random Sampling techniques. The finding of the analysis were as follow :

1. The physics scholastic Aptitude Factors had five factors, there were Mathematical factor, relational dimension factor, meaning of data or graphic factor, Reasoning factor and Verbal factor.

2. The relationship between each predictor and criteria was positive significant in the level of .01

3. The multiple regression equation for Achievement in Physics were

equation in raw score is

$$Y_c = 9.0882 + 2.0565D_1 + 0.2664D_3 + 0.1411D_4$$

equation in Standard score is

$$Z_c = 0.8480Z_1 + 0.0977Z_3 + 0.0553Z_4$$

4. The factor which predicted the Achievement in Physics were consisted of Mathematical factor, meaning of data of graphic factor and Reasoning factor respectively.