

การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

ปริญญานิพนธ์
ของ
กัลยาณี อุกฤษ

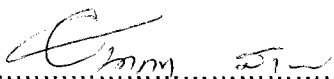
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

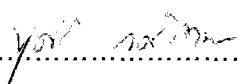
พฤษภาคม 2542

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

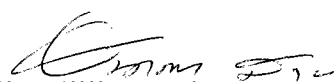
คณะกรรมการควบคุมและกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการ
ศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 12 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2542

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ชวลิต รวยอาจิน ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่านไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณนายประเสริฐ ทิศกลาง หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศกรรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 9 ดร.วดาภรณ์ พูนผลอำนาจ ศึกษานิเทศกรรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 อาจารย์สมนึก ป้อมมิตรอมรา อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดีผดุงวิทยา” ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ เพื่อนครู โรงเรียนปราสาทวิทยาคม ที่ให้โอกาสและสนับสนุนผู้วิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคุณคุณวิโรจน์ คราวจันทิก ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย และเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยมีกำลังใจมาตลอด

กราบขอบพระคุณพ่อ แม่ ที่สนับสนุน ส่งเสริม ทางด้านการศึกษาแต่แรกมาจนถึงวันนี้

คุณความดีที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ขออุทิศให้พ่อ แม่ ครู - อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน และให้ความรู้แก่ผู้วิจัย

กัลยาณี อุกฤษ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	9
ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	13
รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	15
ความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	17
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์	19
แนวคิดเกี่ยวกับการฝึก	20
ความหมายของการฝึก	21
หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการฝึก	22
หลักในการสร้างแบบฝึก	24
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ใช้ในการ ปฏิบัติจริง	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึก	30
สมมติฐานในการวิจัย	33

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	34
	ประชากร	34
	กลุ่มตัวอย่าง	34
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	34
	ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	34
	แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์	35
	แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	36
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	36
	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	40
	วิธีดำเนินการวิจัย	46
	วิธีการจัดกระทำข้อมูล	47
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54
	✓ จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	54
	✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	54
	สมมติฐานการวิจัย	54
	✓ กลุ่มตัวอย่าง	54
	✓ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
	การดำเนินการทดลอง	55
	✓ การวิเคราะห์ข้อมูล	56
	✓ สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
	✓ อภิปรายผล	57
	✓ ข้อเสนอแนะ	59

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	67
ประวัติย่อผู้วิจัย	157

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผน Randomized Control - group pretest - posttest design	46
2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ทั้ง 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ และแบบทดสอบหมุนภาพ	50
3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกโดยใช้ชุดการฝึก กับกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกโดยการ ปฏิบัติจริง	52
4 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุด การฝึกและนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริง	53

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

มนุษย์เป็นทรัพยากรที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ เพราะทุกประเทศใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือพัฒนาบ้านเมืองของตน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่กำลังก้าวหน้าให้หลุดพ้นจากความล้าหลังต่างให้ความสำคัญต่อการศึกษามาก (สวัสดี สุวรรณอักษร. 2533 : 9) การจัดการศึกษาก็เปรียบเสมือนวิธีการผลิตในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้มนุษย์หรือประชากรในประเทศเป็นวัตถุดิบ ในกระบวนการผลิตอะไรก็ตาม ถึงแม้จะมีวิธีการผลิตที่ดี แต่ถ้าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีคุณภาพไม่ดีพอ ก็อาจทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมามีคุณภาพไม่ดีด้วย ดังนั้นการพัฒนาประเทศจะต้องพัฒนาทั้งการจัดการศึกษาและทรัพยากรมนุษย์ควบคู่กันไป การจัดการศึกษาที่ดีต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ เพราะธรรมชาติของเด็กแต่ละคนมีบางสิ่งบางอย่างแตกต่างกันเสมอ (Bingham. 1973 : 25 – 26) เช่นเดียวกันที่ บารอนได้กล่าวไว้ว่า ธรรมชาติของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันทั้งทางร่างกายและความสามารถทางสมอง ซึ่งความแตกต่างนี้จะทำให้ความสามารถในการเรียน หรือการประกอบอาชีพของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป (Baron. 1953 : 68 – 69) จะเห็นได้ว่านักการศึกษามีความเชื่อว่าสติปัญญาหรือความสามารถทางสมองเป็นเครื่องชี้ศักยภาพ และความสามารถในการเรียนของบุคคล (Moskowitz and Orgel. 1969 : 17) ดังนั้น สติปัญญา หรือความสามารถทางสมองจึงเป็นอุปกรณ์สำคัญในการศึกษาวิชาการต่าง ๆ (สมบุญ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2518 : 2)

การพัฒนาการทางสมองของมนุษย์นับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาเล่าเรียนมาก เพราะระยะใด หรือวัยใดที่มนุษย์มีพัฒนาการทางสมองมาก การให้การศึกษาในระยะนั้นย่อมเป็นไปด้วยความสะดวกรบาย และได้ผลเต็มที่ (ปราณี สุทธิพงศ์. 2511 : 12) หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้ มีจุดเน้นที่สำคัญ คือ เน้นกระบวนการคิด และการแก้ปัญหา (อาภา ถนัดช่วง. 2534 : 15) โดยให้หลักสูตรเป็นตัวนำในการจัดการเรียนการสอนที่ปลูกฝังให้ผู้เรียนมีนิสัยในการปฏิบัติ โดยผ่านการคิดอย่างมีระบบ มีการวางแผน มีการตรวจสอบ ปรับปรุงการปฏิบัติ และผลการปฏิบัติให้ดีขึ้นอยู่เสมอ ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกให้ได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบจนเกิดทักษะกระบวนการให้เป็นนิสัย (จำเริญ เสกธีระ. 2534 :

คำนำ) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาพื้นฐานในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อป้องกัน เพื่อพัฒนาเยาวชนให้มีคุณภาพ (โกวิท ประวาลพุกษ์. 2534 : 1) ถ้าการสอนของครูมุ่งเน้น เฉพาะเนื้อหาสาระ โดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น จะเป็นการกีดกัน พัฒนาการทางสมองของนักเรียนไปด้วย ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องพยายามจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดควบคู่ไปกับความรู้ตามเนื้อหาวิชา ดังที่ วัลลภ กันทรพย ได้กล่าวไว้ว่า “การสอนที่ฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหา เป็นนี้ เป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับและทำกันมานานแล้ว แต่ไม่ได้ผลเท่าที่ควร เพราะเรายัง สอนเน้นเนื้อหาอยู่ และยังไม่ได้สอนกระบวนการ เพราะฉะนั้นจุดเน้นของการสอน คือต้องสอน วิธีคิด วิธีทำ วิธีแก้ปัญหาให้รู้จักทำงานอย่างฉลาด และรู้ขั้นตอน” (วัลลภ กันทรพย. 2534 : 5) จากคำกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า การประเมินผลการศึกษาว่าเป็นไปตามหลักสูตรหรือไม่นั้น จะ พิจารณาเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพียงอย่างเดียวไม่ได้ เพราะความบกพร่องที่ สำคัญของเรื่องนี้อยู่ตรงที่มิได้นำเอาความสามารถทางสมองของนักเรียนเหล่านั้น มาประกอบการ พิจารณาด้วยเลย ต้นเหตุของความบกพร่องนี้อาจเป็นได้ง่าย ๆ ว่าในระหว่างครู 2 คน ที่ต่าง ก็สอนในชั้นที่ส่วนใหญ่เป็นเด็กด้อยหรือเด็กฉลาดทั้ง ๆ ที่ครูทั้งสองต่างก็ออกแรงสอนเท่ากัน แต่ ผลสัมฤทธิ์ในการสอนจะแตกต่างกันอย่างมากมาย ฉะนั้นเพื่อให้เกิดความยุติธรรมขึ้นแล้ว การ ประเมินเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทั้งปวง จึงต้องควรคำนึงถึงระดับความถนัดด้วยเสมอ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 123 – 124) ดังนั้น ถ้าครูหรือผู้ปกครองได้ทราบถึงระดับสติปัญญา ของนักเรียนแล้วจะทำให้เข้าใจในตัวนักเรียนมากขึ้น ตลอดจนส่งเสริมให้เด็กได้เรียนตามความ สามารถและสติปัญญาของตนซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและพัฒนาประเทศชาติต่อไป (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ . 2522 : 22)

การค้นคว้าถึงพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์นั้น นักการศึกษาและจิตวิทยาได้พยายาม ทำการวิจัยมานานแล้ว และยังต้องทำต่อไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีที่สิ้นสุด (พจน์ สะเพียรชัย. 2512 : 1) “ความถนัด” หรือ “ความสามารถทางสมอง” ของมนุษย์นั้นมีนักการศึกษาและจิตวิทยาหลายท่าน ได้ให้นิยามตามความเชื่อของตนเองไว้ เช่น ชาวล แพร์ตกุล (2517 : 50) กล่าวว่า “ความถนัด หมายถึง สมรรถวิสัย และทิศทางแห่งความงอกงามของสมอง หรือเป็นขีดระดับความสามารถ ของบุคคลที่เขาอาจมี อาจได้ต่อการเรียนรู้ และฝึกฝนในวิทยาการต่าง ๆ และทักษะทั้งปวง ถ้า หากเขาได้รับประสบการณ์ และการสอนฝึกที่เหมาะสม” และ อามาน (Ahman. 1965 : 81) นิยามว่า “ความถนัด คือ ศักยภาพของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ทักษะ เมื่อได้รับการฝึกฝน”

จะเห็นได้ว่าความถนัดเป็นสิ่งที่สามารถฝึกฝนกันได้ ถ้าหากสามารถจัดสถานการณ์ที่ เหมาะสมสำหรับการฝึกความถนัดด้านนั้น ๆ (สันติพร ดันติหาชัย. 2527 : 3) ซึ่งสอดคล้องกับ

ลั้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 35) ที่กล่าวว่า การฝึกอบรมประสบการณ์เรียนรู้ และทักษะเป็นตัวทำให้เกิดความถนัด จากข้อความข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความถนัดมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร

นักการศึกษาหลายท่านได้พยายามที่จะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการฝึกความสามารถทางสมองโดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้นเอง ซึ่งได้ดัดแปลงปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความถนัด หรือแบบทดสอบเชาว์ปัญญา เช่น เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์ (2530 : 103 - 110) ได้ศึกษาผลของการฝึกความสามารถทางสมองที่มีต่อทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนได้รับการฝึกความสามารถทางสมองแบบเข้มข้นมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองปานกลาง และไม่ได้รับการฝึก และนักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองปานกลางมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก นอกจากนั้นยังมีการฝึกความสามารถทางสมองโดยวิธีปฏิบัติด้วย เช่น สันติพร ตันติหาชัย (2527 : 72) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่ได้จากแบบทดสอบกับการปฏิบัติจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 , 5 และ 6 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่ได้จากการทำแบบทดสอบ และจากการปฏิบัติจริง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 อุทุมศักดิ์ นาดี (2528 : 64 - 67) ได้ศึกษาผลของการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ซ่อนภาพ ตัดกระดาษ ที่มีต่อความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกจะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการฝึกความสามารถทางสมองทำได้ทั้งวิธีปฏิบัติจริงและใช้แบบฝึก

เธอร์สโตน (Thurstone. 1958 : 121) เป็นผู้นำคนสำคัญคนหนึ่งที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Ability) ของมนุษย์ พบว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมด 7 ด้าน คือความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านการรับรู้ และด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ ความสามารถทั้ง 7 ด้านนี้ ถือว่าเป็นความสามารถพื้นฐานทางสมองที่มีในตัวมนุษย์ทุกคน แต่มีมากน้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละด้านตามแต่ละบุคคล แม้แต่ในบุคคลเดียวกันยังมีความสามารถในแต่ละด้านไม่เท่ากัน นอกจากนี้ ลั้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 30) ได้ให้ความหมายถึง ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ว่าเป็นความสามารถที่จะส่งผลให้บุคคลเข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่ หรือทรวดทรงที่มีขนาด และปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันหรือเปลี่ยนแปลงที่อยู่ ความสามารถ

ทางสมองด้านมิติสัมพันธ์สามารถวัดได้จากแบบทดสอบหลายรูปแบบ และจากการศึกษาแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซึ่งแยกเป็น แบบทดสอบตัดกระดาษ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบต่อภาพ และแบบทดสอบหาด้านตรงข้ามนั้น มีน้ำหนักองค์ประกอบมิติสัมพันธ์สูงทุกแบบ และแบบทดสอบทุกรูปแบบมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบในการเรียนรู้หลายสาขาวิชาตามที่ได้มีผู้ศึกษามากมายท่านดังนี้ สุชาติ ลีตระกูล (2533 : 76 – 83) ได้ศึกษาว่าองค์ประกอบใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2533 พบว่าความสามารถด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านตัวเลข และด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จักรเพชร เพชรสกุล (2516 : 66 – 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อการเรียนระดับวิชาชีพชั้นสูงของนักศึกษาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า แต่ละคณะวิชามีความสามารถทางสมองต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และคณะออกแบบ มีความสามารถสูงในด้านมิติสัมพันธ์ กุเกียรติ เอียวเจริญ (2528 : 3) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา พบว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก็ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมวดวิชาพลานามัย หมวดวิชาสามัญ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองที่สัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ พิกุล เกตุประดิษฐ์ พบว่าองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ องค์ประกอบด้านเหตุผล ด้านจำนวน และด้านมิติสัมพันธ์ (พิกุล เกตุประดิษฐ์ 2522 : 70)

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแทบทุกวิชา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ แบ่งลำดับขั้นในการพัฒนาความสามารถทางสมองออกเป็นช่วง ๆ เด็กที่อยู่ในช่วงวัยเด็กตอนปลาย คือ มีอายุ 7 – 11 ปี จะมีการพัฒนาความสามารถทางสมองถึงขั้นที่สามารถคิดปัญหาได้อย่างมีเหตุผล สามารถรับรู้ จำแนกแยกแยะในสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น ความยาว ความสูง ขนาด น้ำหนัก ปริมาตร (ศิรินันท์ เพชรทองคำ และคนอื่นๆ. 2521 : 43) และพรณี ชูชัย (2522 : 65 – 117) กล่าวว่า “นักเรียนในระดับอายุ 11 – 12 ปี สามารถสร้างภาพในใจ หรือจินตนาการรูปธรรมได้ เด็กสามารถแยกแยะความแตกต่างของความยาวรูปทรงต่าง ๆ และสามารถจัดประเภทของรูป 2 มิติ 3 มิติ ตลอดจนรูปสามเหลี่ยมสี่เหลี่ยม และรูปหลายเหลี่ยมได้ นอกจากนี้ยังมีความสามารถที่จะเชื่อมโยงรูปทรงเรขาคณิตด้วย

วิธีต่าง ๆ มากมาย และเริ่มมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาเป็นนามธรรมได้” และจากที่บาเลย์ (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 35 อ้างอิงมาจาก Balay) รายงานว่า ชาวญี่ปุ่นญาของคนมีโอกาสออกงานได้จนถึงอายุ 50 ปี แสดงว่าเด็กอายุ 7 ปีขึ้นไปมีการพัฒนาสมองถึงขั้นที่จะรู้ด้านมิติสัมพันธ์ และถ้าได้รับการฝึกฝนความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แล้วจะทำให้มีความสามารถทางด้านนี้สูงขึ้น

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดในขั้นต้น ผู้วิจัยจึงความสนใจศึกษาว่า เมื่อจัดสถานการณ์ที่เหมาะสมในการฝึกความสามารถสมองด้านมิติสัมพันธ์ให้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการฝึกที่แตกต่างกัน คือ การฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ส่งผลต่อความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันหรือไม่

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ฝึกด้วยชุดการฝึกและการปฏิบัติจริง ที่ประกอบด้วยการคิดแบบต่อภาพ ช้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยชุดการฝึกและการปฏิบัติจริง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบว่ารูปแบบของการฝึกความสามารถทางสมองทั้งสองรูปแบบ คือ การฝึกโดยใช้ชุดการฝึกและการปฏิบัติจริง วิธีใดจะส่งผลให้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีการพัฒนามากกว่ากัน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม และได้ผลมากที่สุด

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 148 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบของการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

- ชุดการฝึก
- การปฏิบัติจริง

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์และความคงทนของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกใช้เวลาในคาบกิจกรรมอิสระ กลุ่มละ 4 คาบต่อสัปดาห์ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพที่มีขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ระยะทาง ทิศทาง ความสูงต่ำ รูปร่าง ทรวดทรง พื้นที่ และปริมาตร

2. ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการ จินตนาการความสัมพันธ์ของวัตถุ การจัดตัวของรูปภาพ ลายเส้น หรือรูปทรงเรขาคณิตว่าตำแหน่งใหม่ หรือภาพใหม่จะเป็นอย่างไร เมื่อมีการซ้อน หมุน ซิด พลิก เปลี่ยนตำแหน่งหรือมีการเคลื่อนที่บางชิ้นส่วนไปจากเดิม ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนได้จากการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบแยกภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ และแบบประกอบภาพสามมิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดภาพทรงเรขาคณิตมาให้ 1 ภาพ และในภาพนั้นจะมีเส้นประลากไว้ แล้วให้นักเรียนเลือกว่าตัวเลือกใดเป็นส่วนประกอบที่เกิดจากการแยกภาพ ตามเส้นประ

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดภาพทรงเรขาคณิตมาให้เพียง 1 ภาพ และให้นักเรียนเลือกว่าภาพที่กำหนดให้ซ้อนอยู่ในภาพของตัวเลือกใด

3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดภาพทรงเรขาคณิตมาให้เพียง 1 ภาพ แล้วให้นักเรียนเลือกว่าภาพในตัวเลือกใดเกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ตามเข็มนาฬิกา

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดภาพทรงเรขาคณิตแบบระนาบเดียว แล้วให้นักเรียนเลือกว่าภาพในตัวเลือกใดเกิดจากการนำภาพที่กำหนดให้มาพับเป็นกล่องสามมิติ

4. ชุดการฝึก หมายถึง การนำแบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ โดยชุดการฝึกนี้ประกอบด้วยแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบดังนี้

4.1 แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพทรงเรขาคณิตมาให้ แล้วให้นักเรียนวาดภาพที่นำมาต่อแล้วเกิดเป็นภาพทรงเรขาคณิตภาพใหม่ ตามที่โจทย์แต่ละข้อกำหนด

4.2 แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพทรงเรขาคณิตมาให้ 2 ภาพ แล้วให้นักเรียนฝึกวาดภาพที่เกิดจากการซ้อนกันของภาพที่กำหนดให้ทั้งสองภาพตามขั้นตอน

4.3 แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลาย ๆ แถว แล้วให้นักเรียนฝึกวาดภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ออกมาทีละแถว แล้วนับจำนวนลูกบาศก์ที่แยกได้

4.4 แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพที่แสดงด้านที่แตกต่างกันของลูกบาศก์ลูกหนึ่งจำนวน 3 ภาพ แล้วให้นักเรียนพิจารณาหาด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ โดยจินตนาการความเป็นไปได้ทีละด้าน

5. การปฏิบัติจริง หมายถึง กระบวนการฝึกฝนการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ที่ใช้ประสบการณ์ตรง โดยให้นักเรียนได้สังเกตข้อเท็จจริงจากการลงมือสัมผัสทดลองกับอุปกรณ์การฝึก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้เหมือนกับแบบฝึกทั้ง 4 แบบในชุดการฝึก

6. คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง คุณภาพด้านความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงดังนี้

6.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการตอบแบบทดสอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20

6.2 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

7. ความคงทนของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถทางสมองในด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนหลังจากได้รับการฝึกผ่านไป 1 สัปดาห์ ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิปริญญาโททางการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
4. ความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์กับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
6. แนวคิดที่เกี่ยวกับการฝึก
7. ความหมายของแบบฝึก
8. หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการฝึก
9. หลักในการสร้างแบบฝึก
10. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความสามารถสมองที่ใช้วิธีการปฏิบัติจริง
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

นักการศึกษาและจิตวิทยาได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของมนุษย์ และได้ให้นิยามตามความเชื่อของตนเองไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

อนาสตาซี (Anastasi. 1961 : 344) กล่าวว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือการรับรู้มิติสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนรูป

ชวาล แพรัตกุล (2517 : 65) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความใกล้-ไกล สูง-ต่ำ และพื้นที่ที่ทรงปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการและมโนภาพนึกเห็นของส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงสร้างเมื่อนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2525 : 46 , 118) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์นี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ใกล้

ไกล และพื้นที่ หรือทรวงทรงที่มีขนาด และปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็น ส่วนย่อย และส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต เมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ และการมองเห็นความสัมพันธ์ส่วนต่าง ๆ ของรูปภาพที่ปรากฏให้เห็น และที่ไม่ปรากฏให้เห็น ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะหรือทิศทางที่แตกต่างกันก็ได้

ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง

จากความเชื่อที่แตกต่างกันเกี่ยวกับความสามารถของมนุษย์นักการศึกษาและจิตวิทยาต่างก็ได้พยายามศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล เพื่อที่จะอธิบายให้เห็นถึงสภาพต่าง ๆ ในสมองของมนุษย์ว่าโครงสร้างทางสมองมีส่วนประกอบอย่างไร จากผลการศึกษาค้นคว้าดังกล่าว ทำให้เกิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองขึ้นมาหลายทฤษฎี โดยมีทฤษฎีที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-Factor Theory หรือ Global Theory)

บินเนท์ และ ซีมอน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 27 อ้างอิงมาจาก Binett and Simon. 1905) เป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้โดยมีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์มีโครงสร้างเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วยย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi Factor Theory)

ชาร์ล สเปียร์แมน (Charls Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นผู้ตั้งทฤษฎีนี้ขึ้น โดยมีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์มีองค์ประกอบอยู่ 2 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า G - Factor เป็นความสามารถพื้นฐานทั่ว ๆ ไปที่มีอยู่ในความคิด และการกระทำของมนุษย์ทุกคน แต่จะมีมากหรือน้อยแตกต่างกันไปตามแต่ละบุคคล

2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า S-Factor เป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในเฉพาะบุคคล และทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกัน เช่น ความสามารถด้านดนตรี และความสามารถด้านเครื่องดนตรีกลไก เป็นต้น

3. ทฤษฎีลำดับชั้น (Hicrachical Theory)

เวอร์นอน (Vernon. 1950 : 23) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษได้อธิบายถึงความสามารถทางสมอง โดยเริ่มจากแบ่งความสามารถทั่วไป (General-Factor) ออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ (Major group Factor) ดังนี้

1. ความสามารถทางภาษาและการศึกษา (Verbal-Education หรือ V:ed) เป็นความสามารถในด้านการใช้ภาษา และด้านการเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย (Minor Group Factors) ได้แก่ ความสามารถด้านภาษา (Verbal) ความสามารถด้านตัวเลข (Number) และด้านอื่น ๆ แล้วยังแบ่งย่อยออกมาเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ต่อไปอีก

2. ความสามารถทางปฏิบัติทั่วไป (Practical หรือ k:m) เป็นความสามารถในด้านกลไกเชิงปฏิบัติซึ่งแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย (Minor Group Factors) ได้แก่ ความสามารถด้านกลไก (Mechanical) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถทางด้านการใช้มือ (Manual) และด้านอื่น ๆ แล้วยังแบ่งแยกออกมาเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) ต่อไปอีก

4. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นตามแนวความคิดของเธอร์สโตน (Thurstone, 1958 : 121) ซึ่งได้วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ความสามารถทางสมองของมนุษย์ พบว่า ความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Abilities) ประกอบด้วยองค์ประกอบหลาย ๆ กลุ่ม ซึ่งเธอร์สโตนแยกองค์ประกอบย่อย โดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบเด่น ๆ (Factor Loading) แต่โดยความเป็นจริงแล้ว องค์ประกอบเหล่านี้ก็ยังคงมีความเกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน องค์ประกอบที่เห็นได้ชัดเจน และสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 ด้าน คือ

1. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) เป็นความสามารถในการคิดคำนวณในวิชาเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง

2. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor) เป็นความสามารถในการเข้าใจความหมาย เข้าใจความสัมพันธ์ของคำ เข้าใจศัพท์ ตลอดจนเข้าใจเรื่องราวต่างๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

3. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) เป็นความสามารถในการจัดจำแนกประเภท อุปมาอุปไมย และวินิจฉัยสรุปความได้อย่างสมเหตุสมผล

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ และสามารถสร้างจินตนาการในการเห็นรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนตำแหน่งไปจากตำแหน่งเดิม

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) เป็นความสามารถในการจดจำและระลึกเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

6. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perceptual Factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นและสังเกตรายละเอียดเกี่ยวกับความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency Factor) เป็นความสามารถที่จะใช้ถ้อยคำต่างๆ ได้หลายๆ คำในเวลาจำกัดได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

5. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Model)

ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นโดย กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 60) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้น แล้วเสนอโครงสร้างทางสมอง เพื่ออธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ โดยใช้แบบจำลอง 3 มิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้

มิติที่ 1 : ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้า และข้อมูลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความคิดแบ่งออกเป็น 4 อย่าง คือ รูปภาพ หรือของจริง (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่ 2 : ด้านวิธีการคิด (Operation) เป็นด้านที่ประกอบด้วยการทำงานของสมองเมื่อรับเอามิติที่ 1 เข้ามาโดยผ่านประสาทสัมผัส สมองจะใช้ความสามารถต่าง ๆ กระทำต่อสิ่งนั้น ๆ มีส่วนประกอบย่อย 5 อย่าง โดยเริ่มจากการรู้การเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดแบบแยกนัย (Divergent Production) การคิดแบบอนกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่ 3 : ด้านผลของการคิด (Product) เป็นด้านที่ประกอบด้วยผลของการคิดจำแนกได้ 6 อย่าง คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications) เป็นองค์ประกอบเล็ก ๆ จำนวน 120 แบบจุลภาค (Micro-Model) โดยในแต่ละแบบจุลภาคจะประกอบด้วยหน่วยของ 3 มิติ

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two – Level Theory of Mental Ability)

เจนเซน (Jensen. 1968 อ้างจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 34) เป็นผู้เสนอทฤษฎี โดยมีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์มีอยู่ 2 ระดับ คือระดับ I (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และการจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสั่งสม และเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้ และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับนี้ไม่รวมการแปลงรูป หรือการจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป และระดับ II (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ซึ่งเหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G-Factor) นั่นเอง

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองที่กล่าวมาข้างต้น ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ได้แก่ ทฤษฎีลำดับขั้น ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ และทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง แต่ทุกทฤษฎีที่กล่าวมา มีข้อสรุปที่สอดคล้องกันอย่างน้อยหนึ่งคือ ความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นความสามารถที่บุคคลได้รับ และสะสมมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาในชีวิตประจำวันจนเกิดเป็นทักษะพิเศษเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่ง และพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้อย่างดี โครงสร้างของความสามารถทางสมองประกอบด้วยความสามารถที่เป็นพื้นฐานทั่วไป และความสามารถพิเศษ ความสามารถพิเศษนี้เองที่มีส่วนอย่างมากในการกำหนดลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลให้แตกต่างจากคนอื่น ทฤษฎีที่นักจิตวิทยาส่วนใหญ่ให้ความสนใจและนำไปประยุกต์ใช้ส่วนมาก คือ ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน (Thurstone) ดังที่ วัณญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 15) ได้กล่าวไว้ว่า นักจิตวิทยาให้ความสนใจในทฤษฎีหลายองค์ประกอบ และทฤษฎีโครงสร้างทางสมองมากกว่าทฤษฎีอื่นๆ ทั้งนี้เพราะเป็นทฤษฎีที่เสนอลักษณะของธรรมชาติสมองได้ละเอียดกว่าทฤษฎีอื่น และมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยวิธีการทางสถิติ แต่เนื่องจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา ได้แบ่งความสามารถทางสมองออกเป็นองค์ประกอบเล็ก ๆ ถึง 120 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบก็ต้องศึกษาแตกต่างกันไป จึงทำให้ทฤษฎีนี้ค่อนข้างยากสำหรับการปฏิบัติ จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของทฤษฎีหลายองค์ประกอบที่เธอร์สโตนสร้างขึ้นมาเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

จากทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมองจะเห็นว่า เราสามารถวัดความสามารถทางสมองได้หลายด้าน แต่ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เพราะความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ ซึ่งเธอร์สโตนได้ค้นพบจากการใช้แบบทดสอบ 56 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนหลายร้อยคน แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบแล้วพบว่าความสามารถ พื้นฐานทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบเจ็ดประการ (บุญชม ศรีสะอาด. 2521 : 63) และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ศิลปะแผนที่ การฝีมือ ฯลฯ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะประกอบอาชีพสถาปนิก วิศวกร นักวางแผนผังเมือง นักออกแบบ นักเขียนแบบ นักขับรถ และ งานตกแต่งต่างๆ (ทองหล่อ วิภาวสิน. 2524 : 73) จึงทำให้สมรรถภาพสมองด้านนี้สำคัญมาก ทำให้แบบทดสอบความสามารถทางการเรียนที่จัดเป็นชุด (Battery) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับย่อยๆ (Subtest) หลายฉบับ จะมีแบบทดสอบ

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ประกอบอยู่ด้วยเสมอ (Fruchter. 1954 : 329) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเยทท์ และ พิดเจียน (Smith 1964 : 29 ; citing Yate and Pidgeon.n.d.) ที่กล่าวว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ใช้ทำนายได้ดีนั้น จำเป็นจะต้องมีแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์รวมอยู่ด้วยเสมอ

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้น มีลักษณะแตกต่างกันไปหลายรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้ แบบทดสอบเอจีซีที (AGCT หรือ Army General Classification Test) เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงเพิ่มเติมมาจากแบบทดสอบอาร์มี แอลฟา (Army Alpha) ซึ่งใช้ช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 ซึ่งวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบเอเอฟคิวที (AFQT หรือ Armed Forces Qualification Test) วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบประเภทภาพ แบบทดสอบลูกบาศก์โคสส์ (Kohs lock Design) วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ลูกบาศก์ทาสีทั้งหกด้านแตกต่างกันแล้วให้ผู้สอบใช้ลูกบาศก์ 4 - 16 ลูก ประกอบกันให้เหมือนภาพที่กำหนดให้โดยใช้เวลาน้อยที่สุด แบบทดสอบอาร์มีเบต้า (Army Beta) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพเพื่อใช้ทดสอบกับทหารที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศ และทหารที่อ่านภาษาอังกฤษไม่ได้ ส่วนแบบทดสอบไม่ใช่ภาษาของไพเนเตอร์ (Pineter Non-Language Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อบุคคลบางประเภท เช่น คนหูหนวก หรือพิการอื่น ๆ ซึ่งเป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ และแบบตัดกระดาษ (Anastasi. 1961 : 224 - 269)

ส่วนไอเคน (Aiken. 1977 : 179 - 180) ยกตัวอย่างแบบทดสอบที่ใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ดังนี้ แบบทดสอบมินนิโซต้า (Minnesota Spatial Relation Test) เป็นแบบทดสอบด้านมิติที่อาศัยการปฏิบัติจริง

แบบทดสอบสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง พีเอ็มเอ (PMA หรือ Primary Mental Ability) ของเธอร์สโตน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ สองมิติบนพื้นราบ แบบทดสอบสามมิติแบบเล็งทิศทาง แบบตัดกระดาษและแบบนับลูกบาศก์ (Crobach. 1970 : 326 - 327)

แบบทดสอบดีเอที (DAT หรือ Differential Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้แนะแนวทางการศึกษาและอาชีพของสมาคมจิตวิทยาของสหรัฐ เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับเด็กอายุ 8 - 12 ปี ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยเจ็ดฉบับ ซึ่งมีแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ (Nunnally. 1964 : 233 - 235) รวมอยู่ด้วย

นอกจากนี้สำนักทดสอบ เอ็นเอฟอีอาร์ (NFER หรือ The Nation Foundation For Educational Research) แห่งประเทศอังกฤษได้เสนอแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่างๆ ไว้หลายแบบด้วยกัน ได้แก่ แบบวาดภาพ แบบจัดภาพลงกระดาน แบบหารูปที่คล้ายคลึงกัน แบบซ้อนภาพ

แบบประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบบรูปแบบการรับรู้ แบบประกอบภาพ แบบวาดภาพกลับ กับที่กำหนดให้ แบบประกอบสมการภาพแบบ A แบบประกอบลูกบาศก์ แบบตัดรูป แบบการประกอบสมการแบบ B แบบการลอกแบบ แบบการฉายรูป (Smith. 1964 : 365 – 371)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีได้มีเพียงแบบเดียวสามารถคัดเลือกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแนะแนว หรือใช้วัดความถนัดทางอาชีพ หรือทางการเรียนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นแบบทดสอบที่ไม่ต้องใช้ความสามารถทางภาษา (บุญชม ศรีสะอาด. 2513 : 9 อ้างอิงมาจาก Michael. 1950 : 187 – 213) อีกทั้งยังพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์บางฉบับจะวัดโดยใช้การปฏิบัติจริงก็ได้

รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

นักวัดผลและนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษา และแบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตนไว้หลายรูปแบบ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 79 – 87) ได้แบ่งรูปแบบของการทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 10 รูปแบบ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพซึ่งแยกเป็นแบบซ้อนเดียวกับแบบซ้อนคงที่ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบทดสอบภาพตัดกระดาศ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2518 : 45 – 52) กล่าวว่าแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีอยู่หลายแบบแต่ที่นิยมใช้กันมากมี 6 รูปแบบ คือ แบบการหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ้อนรูป แบบซ้อนภาพ แบบนับบล็อก และแบบ Completing Square

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 46 – 60) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบหมุนรูป หรือเลื่อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบซ้อนรูป แบบพับกระดาศ และแบบพับกล่อง

บุญชม ศรีสะอาด (2521 : 99 – 102) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 9 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบหาด้านตรงข้าม แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบตัดกระดาศ แบบหมุนภาพ และแบบแยกภาพ

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530 : 200 – 213) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็น 8 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกหมุน แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ และแบบพับกล่อง

เอนก เพียรอนุกุลบุตร (2527 : 121 – 138) กล่าวถึง รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่ามีรูปแบบที่สำคัญๆ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบพับกระดาษ แบบวาดกลับกัน แบบเงื่อนไข แบบภาคตัดขวางวัตถุ แบบเติมจตุรัส แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับภาพ แบบสร้างผิวหน้า แบบนับบล็อก แบบสร้างสมการ แบบเติมกระสวน แบบลอกภาพ แบบมองวัตถุจากด้านบน แบบรู้มุมวัตถุ แบบการรวมองค์ประกอบ แบบรอยวัตถุ และแบบตัดต่อจตุรัส

เบน-เชม , ลัพเพน และฮวง (Ben-Chaim , Lappan and Houang. 1988 : 55 – 57) แบ่งลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็น 10 รูปแบบดังนี้ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหาภาพด้านข้างจากรูปแปลน แบบทดสอบหารูปทรง 3 มิติจากแปลน แบบทดสอบหาด้านต่างๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปแปลน แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบังซึ่งลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ แบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ซีเกล (บุญชม ศรีสะอาด. 2513 : 17 อ้างจาก Segil,david. 1947 : 695 – 705) พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ กับแบบทดสอบ 3 มิติ แบบประกอบภาพมีค่า .57

บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 21 – 78) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่างๆ ที่แบ่งไว้ทั้งหมด 8 แบบกับนักเรียนชายและหญิงจำนวน 888 คนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าข้อสอบแต่ละแบบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก โดยมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .44 ถึง .65 นอกจากนี้ยังพบว่าแบบทดสอบซ้อนภาพมีน้ำหนักองค์ประกอบมิติสัมพันธ์สูงที่สุดคือเท่ากับ .75 รองลงมาคือแบบต่อภาพ .73 แบบนับลูกบาศก์ .67 ส่วนแบบที่มีตัวประกอบมิติสัมพันธ์ต่ำสุดคือ แบบซ้อนภาพ ซึ่งมีน้ำหนักองค์ประกอบ .56 และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครของพรทิพย์ ภัทรชาคร (2520 : 28) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 5 ฉบับ คือแบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ และแบบนับลูกบาศก์ มีค่าอยู่ระหว่าง .23 ถึง .48 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แสดงว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทุกแบบต่างก็วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้เช่นเดียวกัน

จากการศึกษารูปแบบของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยจึงยึดการแบ่งรูปแบบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวคิดของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ และเลือกรูปแบบมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์เป็นรูปแบบในการฝึก เพราะเป็นรูปแบบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบทางด้านมิติสัมพันธ์สูง และเหมาะต่อการสร้างแบบฝึกและการฝึกปฏิบัติ ส่วนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่ใช้เป็นแบบแยกภาพ ซ้อนภาพ หมุนภาพ และประกอบภาพ 3 มิติ เพื่อไม่ให้ซ้ำกับแบบฝึก เพื่อเป็นการป้องกันความคลาดเคลื่อนซึ่งอาจเกิดจากการเรียนรู้จากรูปแบบของแบบฝึก

ความสำคัญของความสามารถสมองด้านมิติสัมพันธ์

มีนักการศึกษาและจิตวิทยาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ดังนี้

บราวน์ และ จอห์นสัน (Brown and Jonson. 1952 : 3 – 4) ได้พยายามศึกษาและค้นหาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายชุด พบว่า แบบทดสอบที่มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ปริมาณด้านเหตุผล (Quantitative Reasoning) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวเลข
2. ความเข้าใจทางภาษา (Verbal Comprehension) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจทางภาษา
3. เหตุผลทางการใช้เครื่องกล (Mechanical Reasoning) เป็นความสามารถเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ
4. เหตุผลแบบนามธรรม (Abstract Reasoning) เป็นความสามารถในการแปลความสัมพันธ์ของรูปที่กำหนดขึ้นได้
5. การมองเห็นมิติแบบต่าง ๆ (Spatial Visualization) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนในมิติต่างๆ

แรนนุคชี (Rannucci. 1964 : 19 – 23) ได้กล่าวไว้ว่า ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาไม่ว่าจะเป็นเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต หรือแม้แต่แคลคูลัส(Calculus) เวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางมิติสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งนั้น โดยทุกคนมักจะลงมือด้วยการเขียนรูป หรือนึกภาพเอาในอากาศ ถ้าสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนได้ การแก้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น

วิเชียร เกตุสิงห์ (2518 : 66 - 72) ได้กล่าวถึง ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติอันได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง-ต่ำ ความใกล้-ไกล พื้นที่ และปริมาตรเหล่านี้เป็นต้น เป็นความสามารถที่จะช่วยให้มนุษย์เกิดจินตนาการ และนึกเห็นภาพของส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกออกจากกัน สามารถที่จะมองเห็นเค้าโครงหรือโครงสร้างเมื่อเอาส่วนต่างๆ มาประกอบ หรือรวมเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังเกี่ยวกับเรื่องทิศทางของวัตถุ หรือสิ่งของที่เปลี่ยนไปด้วยความสามารถด้านนี้มีคุณค่ามากในวิชาเรขาคณิต วาดเขียน และการฝีมือต่าง ๆ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะเป็นนักออกแบบ นักเขียนแบบ นักวาดเขียน นักวางผังเมือง สถาปนิก และวิศวกร แม้กระทั่งพนักงานขับรถ และงานตกแต่งต่าง ๆ

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสำเร็จในอาชีพหรือการงานต่างๆ นั้น สำนักการบริการด้านการงานในสหรัฐอเมริกาคาดคะเนว่า อาชีพที่ต้องการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงมีอยู่ 84 อาชีพ เป็นอาชีพทางวิศวกรรมศาสตร์ 26 สาขา ทางการแพทย์ 14 สาขา ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ฯลฯ 9 สาขา ทางการร่างภาพต่าง ๆ (Dranghtsman) เช่น ร่างภาพหอประชุม ร่างภาพเครื่องยนต์ ฯลฯ 14 สาขา ทางการออกแบบ เช่น การออกแบบทางอุตสาหกรรม ฯลฯ 7 สาขา และอาชีพอื่น ๆ อีก เช่น เขียนภาพการ์ตูน จิตรกร ฯลฯ (มณฑิน อินทะนา. 2527 : 22 อ้างอิงมาจาก MacFarlane. 1964 : 153 - 154)

สวอนสัน (Mac Farlane. 1964 : 158) อ้างอิงมาจาก Swanson) ได้ทำการศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์สำหรับพยากรณ์ผลการเรียนวิชาต่างๆ โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ และมิติสัมพันธ์ 3 มิติ พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้งที่เป็น 2 มิติ และ 3 มิติ ต่างก็มีความเที่ยงตรงสูงกับวิชาเรขาคณิต วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การเขียนแบบเครื่องกล (Brown and Johnson. 1952 : 34) ที่ใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายชุดค้นหาเครื่องมือที่ใช้แยกความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ และพบว่า ความสามารถในการมองเห็นรูปทรงในมิติต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอันหนึ่งที่ช่วยแยกความถนัดของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่าแบบทดสอบความสามารถสมองด้านมิติสัมพันธ์นั้น มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ หลายสาขาวิชา มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเลือกประกอบอาชีพอีกหลาย ๆ อาชีพ ซึ่งล้วนแต่เป็นอาชีพ และวิชาที่มีความสำคัญและค่อนข้างขาดแคลนเป็นส่วนมาก ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าหากสามารถฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนให้มีความสามารถด้านนี้มากขึ้นก็จะเป็นผลดีต่อการพัฒนาทรัพยากรของประเทศได้ส่วนหนึ่ง ดังนั้นจึงทดลองฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับความสามารถสมองด้านมิติสัมพันธ์

นักจิตวิทยาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการรับรู้ความคิด ความเข้าใจ ความเป็นไปของเชาวน์ปัญญา Jean Piaget เป็นผู้หนึ่งที่สนใจเกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิด ความเข้าใจ และได้สร้างทฤษฎีซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากในเรื่องกระบวนการของความคิด ความเข้าใจ ของเด็ก

เพียเจต์ ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์เป็นขั้นใหญ่ ๆ 4 ระยะ (สุพล บุญทรง. 2523 : 61 – 63) ดังนี้

1. ระยะพัฒนาการทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory motor Period) อยู่ในช่วงแรกเกิด จนถึง 2 ปี
2. ระยะก่อนที่จะสามารถคิดหาเหตุผลได้ (Pre-operational Period) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 2 ถึง 7 ปี
3. ระยะที่สามารถคิดหาเหตุผลในสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ (Concrete-operational Period) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 7 ถึง 11 ปี
4. ระยะที่สามารถคิดหาเหตุผลในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ (Formal-operational Period) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สรุปได้ว่าเด็กที่อยู่ในช่วงวัยเด็กตอนปลายอายุ 7 – 11 ปี จะมีการพัฒนาความสามารถถึงขั้นที่สามารถคิดปัญหาได้อย่างมีเหตุผล สามารถรับรู้จำแนกแยกแยะในสิ่งที่เป็นรูปธรรมเช่น ความยาว ความสูง ขนาดน้ำหนัก ปริมาณ ได้ (ศิรินันท์ เพชรทองคำ. 2521 : 43) ซึ่งสอดคล้องกับ บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ (2526 : 62 – 63) ที่กล่าวว่า เด็กในช่วงอายุ 7 – 11 ปี จะมีความสามารถเรียนรู้ได้ไม่ว่าจะเป็นการกลับไปกลับมาในมิติต่าง ๆ สามารถเปรียบเทียบปริมาณ ขนาด จำนวน และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนความหมายของส่วนรวมและส่วนย่อย เนื่องจากเด็กในช่วงอายุ 11 – 12 ปี เป็นวัยที่สามารถสร้างภาพในใจได้ จึงมีความสามารถในการวัดและทราบถึงความแตกต่างของความยาว รูปทรงต่าง ๆ และสามารถจัดประเภทของรูปสองมิติ สามมิติ ตลอดจนรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และรูปหลาย ๆ เหลี่ยม นอกจากนี้ยังมีความสามารถพอที่จะเชื่อมโยงรูปทรงทางเรขาคณิตด้วยวิธีต่าง ๆ มากมาย (พรณี ชูชัย. 2522 : 65 – 117)

ดังนั้นเด็กนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นเด็กที่มีอายุ 13 ปีขึ้นไปย่อมมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แล้วเช่นกัน ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

แนวคิดเกี่ยวกับการฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน มีนักการศึกษาและจิตวิทยาหลายท่านกล่าวถึงได้การฝึกไว้ดังนี้

คิมเบล และการ์เมอร์ซี (อาร์ พันธุมณี. 2534 : 86 อ้างอิงมาจาก Kimble and Garmerzy.) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร โดยเป็นผลจากการฝึกฝน เมื่อได้รับการเสริมแรง มิใช่เป็นผลจากการตอบสนองตามธรรมชาติ

เมดนิค (Mednick. 1963 : 155 – 156) ให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ว่า การเรียนรู้หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากเดิมไปสู่พฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวร และพฤติกรรมใหม่นี้เป็นผลมาจากประสบการณ์ หรือการฝึกฝน มิใช่เป็นผลจากการตอบสนองตามธรรมชาติ สัญชาตญาณ วุฒิภาวะ พืชยาต่างๆ อุบัติเหตุ หรือความบังเอิญ

การฝึก (Training) หมายถึง การจัดสถานการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงาน หมายถึง การฝึกที่ไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานจริง ซึ่งมีประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานที่พิจารณาวิธีการให้ข้อมูลเป็นเกณฑ์ เช่น วิธีการบรรยายให้อ่านคู่มือปฏิบัติการ อภิปราย หรือประชุมอภิปราย ศึกษาจากสื่อทัศนอุปกรณ์ เช่น ภาพยนตร์โทรทัศน์ เป็นต้น

1.2 การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงานที่พิจารณาด้านพฤติกรรม เช่น การแสดงบทบาทสมมติ ศึกษาโดยจำลองแบบของจริง ฝึกอบรมในห้องทดลอง

2. การฝึกโดยลงมือปฏิบัติงานได้แก่วิธีการที่ให้ผู้รับการฝึกได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงภายใต้สภาพแวดล้อมของบรรยากาศ และเงื่อนไขที่ตรงกับความเป็นจริง

3. วิธีผสมระหว่างการให้ข้อมูล และ/หรือการแสดงพฤติกรรมแล้วลงมือปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่ตรงกับความเป็นจริง (ชาญชัย ภวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. 2523 : 144)

ฟิงใจ ลินธวานนท์ และคนอื่น ๆ (2520:9-10) สรุปว่าการฝึก และการดำรงรักษาทักษะต่าง ๆ ไว้ให้ได้นั้นต้องยึดหลัก 3 ประการ

1. แบบอย่างที่ดี
2. การฝึกโดยอาศัยเกณฑ์ของแบบอย่างนั้น ๆ
3. คุุณผลย้อนกลับ

แบบอย่าง คือ ตัวแทนของทักษะที่ต้องการแสดงออกให้เห็นว่ามีเกณฑ์ที่ถืออย่างไร อาจเป็นทั้งแสดงแบบอย่างที่ดี หรือเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของพฤติกรรมที่ควรทำและไม่ควรทำให้เด่นชัด แบบอย่างดังกล่าวอาจอยู่ในรูปต่าง ๆ เช่น ภาพยนต์ เทปบันทึกภาพ ภาพนิ่ง เทปบันทึกเรื่อง ข้อเขียน บรรยาย หรือเกณฑ์วัดคุณค่าต่าง ๆ เลือกใช้แบบอย่างในลักษณะใดแล้วแต่ความเหมาะสม

การฝึกอาจทำได้หลายทาง ทั้งโดยการซ้อมด้วยตนเอง การเลียนแบบจากครูที่มีความสามารถในการสอน และการลองฝึกในสถานการณ์จำลอง

ความหมายของแบบฝึก

สุรสิงห์ นิลธร (2527 : 7) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า แบบฝึกเป็นการจัดสภาพการณ์ เป็นการฝึกฝนทบทวนสิ่งต่างๆ ที่ได้เรียนในช่วงหนึ่ง เพื่อให้เกิดความรู้เรื่องนั้น นอกจากนั้นแบบฝึกจะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2528 : 128) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า หมายถึงสิ่งที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่กับการเรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึกที่ครอบคลุมกิจกรรมที่นักเรียนพึงกระทำ อาจกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วย หรืออาจรวมเล่มก็ได้

สุดา บุญยไวยโรจน์ (2529 : 56) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นสื่อการเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ ฝึกฝน จนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง และเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจนับได้ว่าแบบฝึกเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ครูทุกคนใช้ในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะของนักเรียนในวิชาต่าง ๆ

อัจฉรา ชีวพันธ์ และคนอื่น ๆ (2532 : 102) ได้กล่าวว่าแบบฝึกหมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจ และเสริม เพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วนที่ช่วยให้นักเรียนปฏิบัติได้ และนำเอาความรู้ไปใช้ได้อย่างแม่นยำ และถูกต้อง

จากความหมายของแบบฝึกที่กล่าวในข้างต้นสรุปได้ว่า แบบฝึกหมายถึง สื่อ หรือสิ่งเร้าทางการเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมทักษะให้แก่ นักเรียน มีลักษณะที่มีกิจกรรมให้นักเรียนกระทำโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน แบบฝึกจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการเรียนการสอน

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการฝึก

อุบลรัตน์ เพ็งสถิตย์ (2528 : 252 – 258) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดโดยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนองบ่อยครั้งเข้าจนในที่สุดกลายเป็นพฤติกรรมที่ปรากฏขึ้นอย่างถาวร และลักษณะการเรียนรู้นี้เป็นลักษณะที่เกิดจากประสบการณ์ หรือการฝึกฝนอันเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในร่างกายโดยมีสมอง หรือประสบการณ์เป็นจักรกลสำคัญ สมองจะสะสมประสบการณ์ต่างๆ ไว้ในร่องสมองเมื่อเผชิญกับปัญหา และจะดึงเอาสิ่งเร้าที่เก็บสะสมไว้ในร่องสมองมาใช้เป็นประโยชน์ โดยวิธีการแสดงออก อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ และการที่บุคคลจะเรียนรู้ได้ดีมากน้อยเพียงใดนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญหลายประการ และปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. สมองและระบบประสาท

อวัยวะสมอง และระบบประสาทนับเป็นองค์ประกอบแรกที่สุดที่มีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ของบุคคล การเรียนรู้ใดๆ จะเกิดขึ้นไม่ได้ หรือจะเรียนรู้ไม่ดี ถ้าบุคคลนั้นมีความผิดปกติทางสมอง ส่วนระบบประสาทนั้นนับว่ามีผลต่อการเรียนรู้มาก ผลก็คือ จะทำให้การทำงานของระบบประสาทไม่สัมพันธ์กัน หรือบางครั้งอาจจะทำให้การทำงานของอวัยวะสัมผัสกับระบบประสาททั้งหมดทำงานได้ไม่ถูกต้อง

2. ระดับสติปัญญาและความสามารถของแต่ละบุคคล

บุคคลใดก็ตามที่มีระดับสติปัญญาสูงมักจะมีความสามารถในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากกว่าคนที่มีความรู้ระดับสติปัญญาต่ำ ผลของการที่บุคคลมีระดับสติปัญญาแตกต่างกันนี้ทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลในสิ่งต่าง ๆ นั้น ย่อมแตกต่างกันออกไป

3. การจำการลืม

การจำมีส่วนช่วยให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว และเรียนรู้ได้ดี ส่วนการลืมเป็นอุปสรรคอันสำคัญ เพราะจะทำให้การเรียนรู้ไม่เกิดขึ้น ทั้งการจำ และการลืมเกิดขึ้นเสมอ ๆ ในการเรียนรู้

4. แรงจูงใจในการเรียนรู้

ในการเรียนรู้ใด ๆ ก็ตาม ถ้าผู้เรียนมีความรู้สึกอยากเรียน เต็มใจ และพร้อมที่จะเรียนแล้วจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว แรงจูงใจเกิดได้จากผู้เรียน และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอยากเรียน

5. ความเหนื่อยล้ากับการเรียนรู้

ความเหนื่อยล้าทำให้การเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ยากแม้ว่าบุคคลนั้นจะมีความตั้งใจจริงที่จะเรียนรู้ก็ตาม

6. ความตั้งใจและความสนใจที่จะเรียนรู้
จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ถ้ามีความตั้งใจ และสนใจ
7. สภาพการณ์ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้

ธอร์นไดค์ (Thorndike.1913 quoted in Hilgard and Bower.1960: 15-21) ได้เสนอ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Law of Learning) ที่สำคัญ ๆ 3 กฎ คือ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) และกฎแห่งผล (Law of Effects) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎนี้กล่าวถึงสภาพการณ์ที่ผู้เรียนมีแนวโน้ม จะได้รับความพอใจ หรือความรำคาญใจกับการยอมรับหรือการปฏิเสธซึ่งมี 3 สถานภาพด้วยกัน ดังนี้

1. เมื่อหน่วย หรือส่วนของร่างกายพร้อมที่จะกระทำแล้วได้กระทำขึ้นย่อมจะก่อให้เกิดความพึงพอใจ
2. สำหรับหน่วย หรือส่วนของร่างกายพร้อมที่จะกระทำ แล้วไม่ได้กระทำย่อมจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ หรือความรำคาญใจ
3. เมื่อหน่วย หรือส่วนของร่างกายยังไม่พร้อมที่จะกระทำ ถ้าถูกบังคับให้กระทำ ย่อมจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ หรือความรำคาญใจ

กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) กฎนี้ กล่าวถึง ความเข้มแข็งของการเชื่อมโยง (Strengthening of Connection) กับการฝึกปฏิบัติ ซึ่งหมายถึงกฎแห่งการใช้ (Law of Use) และความอ่อนของการเชื่อมโยง (Weakening of Connection) หรือ เกิดการลืมเมื่อการฝึกปฏิบัติไม่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งหมายถึง กฎแห่งการไม่ใช้ (Law of Disuse) ดังนั้น การสร้างความเชื่อมโยง ระหว่างการตอบสนองกับสถานการณ์ หรือสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซาก ๆ หลายครั้ง ย่อมจะช่วยให้การเชื่อมโยงระหว่างของสองสิ่งนี้แน่นแฟ้น และมั่นคงขึ้น และธอร์นไดค์ได้ให้ความหมาย ของกฎแห่งการฝึกไว้ ซึ่งอาจสรุปเป็นความสำคัญได้ ดังนี้

1. การเชื่อมโยง หรือข้อต่อจะกระชับมั่นคงยิ่งขึ้นเมื่อมีการใช้ และจะอ่อนลงเมื่อไม่ได้ใช้
2. สิ่งใดที่คนทำบ่อย ๆ หรือมีการฝึกเสมอ ๆ คนย่อมกระทำได้สิ่งนั้นได้ดี สิ่งใดที่คน ไม่ได้ทำนาน ๆ คนย่อมทำสิ่งนั้นไม่ได้เหมือนเดิม
3. ยิ่งกระทำซ้ำในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งยิ่งจะทำให้การกระทำนั้นนอน และสมบูรณ์ขึ้นหากเว้นว่างจากการฝึกกระทำอยู่บ่อย ๆ การกระทำนั้น ๆ จะค่อย ๆ ลืมเลือนไป
4. ถ้าวร่างกายได้กระทำพฤติกรรมใด ๆ ซ้ำ ๆ อยู่เสมอจะมีผลทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าพฤติกรรมใดที่ร่างกายไม่มีโอกาสได้ใช้ หรือได้ทำซ้ำ ๆ บ่อยพฤติกรรมนั้นมีแนวโน้มจะถูกลืม หรือแม้จะไม่ลืมก็ไม่อาจทำให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้นได้

กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎนี้อ้างถึงความเข้มแข็ง หรือความอ่อนของการเชื่อมโยงอันเป็นผลที่ทำให้การกระทำเกิดขึ้นโดยที่กฎนี้กล่าวถึง “เมื่อใดที่การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองถูกกระทำขึ้น และติดตามด้วยสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความพึงพอใจแล้วความเข้มแข็งของการเชื่อมโยงจะเพิ่มพูนแน่นแฟ้นขึ้น ถ้าการเชื่อมโยงถูกกระทำขึ้น และติดตามมาด้วยสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดความรำคาญใจแล้วความเข้มแข็งของการเชื่อมโยงจะคลายความแน่นแฟ้นลง”

จากเอกสารที่เกี่ยวกับการฝึกดังกล่าวทำให้ทราบว่า แบบฝึกที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ต้องเป็นแบบฝึกที่ดี สร้างขึ้นและนำไปใช้อย่างถูกต้อง โดยคำนึงถึงหลักการสร้างและการใช้แบบฝึก

หลักในการสร้างแบบฝึก

แบบฝึกที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้นั้น จะต้องเป็นแบบฝึกที่ดี และสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1963 : 3) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าครูรู้จักเด็กดีก็จะตัดสินใจได้ถูกว่าเมื่อใดจะต้องให้ฝึก หรือเมื่อใดแบบฝึกจึงจะมีความหมายตรงกับความสนใจ และทัศนคติของเด็ก เมื่อได้พิจารณาสิ่งเหล่านี้แล้ว สิ่งที่คุณควรคำนึงถึงต่อไปอีกคือการจัดลำดับเนื้อหาตามหลักจิตวิทยา และตรรกวิทยาถ้าเป็นไปได้เช่นนี้แล้ว การสร้างแบบฝึกก็จะตรงกับความต้องการของเด็กมากขึ้น

ทัคเกอร์ (Tucker. 1969 : 10) มีความเห็นว่า การสร้างแบบฝึกควรมีรูปแบบ และโครงสร้างที่จะฝึกอย่างพอเพียง ทุกแบบฝึกจะต้องมีจุดมุ่งหมาย แบบฝึกแต่ละชุดไม่ควรมีประโยคคำสั่งยาว และมีจำนวนข้อมากเกินไป เพราะจะก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อผู้เรียน

บาร์เน็ต และคนอื่น ๆ (Barnett and others. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อเสนอแนะการใช้ คำสั่งไม่ควรยาวเกินไป ตัวอย่างที่ยกมาไม่ควรยาวเกินไป และแบบฝึกควรมีหลาย ๆ รูปแบบ

บัลท์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 อ้างอิงมาจาก Butts 1974) ได้สรุปหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องที่ทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินผลอย่างไร

รัชนี ศรีไพรวรรณ (2517:412-413) ได้กล่าวถึง หลักในการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ให้สอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการ และลำดับขั้นการเรียนรู้ของเด็กเนื่องจากว่าเด็กมีประสบการณ์น้อย แบบฝึกจึงต้องจูงใจเด็ก และเป็นไปตามขั้นตอนของความยากง่าย เพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ
2. เมื่อมีจุดมุ่งหมายมุ่งจะฝึกในด้านใด ก็จัดเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการที่วางไว้ โดยครูต้องจัดทำไว้ล่วงหน้าเสมอ
3. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของเด็ก ถ้าสามารถแบ่งเด็กตามความสามารถ และจัดทำแบบฝึกเพื่อส่งเสริมเด็กแต่ละกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น
4. ในแบบฝึกต้องมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ
5. แบบฝึกจะต้องมีความถูกต้อง ครูต้องตรวจพิจารณาดูให้ดี อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้
6. การให้ทำแบบฝึกแต่ละครั้งต้องให้เหมาะสมกับเวลา และความสนใจของเด็กด้วย เพราะเด็กย่อมสนใจจะทำได้ไม่นาน
7. ควรทำแบบฝึกหลาย ๆ แบบ เพื่อให้เด็กเรียนรู้ได้กว้างขวาง และส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิด
8. กระดาษที่ให้เด็กทำแบบฝึกต้องเหนียว และทนทานพอสมควร

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนให้ความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. รวดเร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ

6. เหมาะกับวัยและความสามารถ

7. อาจศึกษาด้วยตนเองได้

วรรณถ พ่วงสุวรรณ (2517 : 34 – 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกโดยสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ชั้นต่างๆ ในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาต่างๆ ในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาของเด็ก และจิตวิทยาการเรียนการสอน
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่อง และกำหนดรูปแบบให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่างๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามกำหนด

จากหลักในการสร้างแบบฝึกของนักการศึกษาดังกล่าว พอจะสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างแบบฝึกของผู้วิจัยได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย และวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบฝึก
2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการสร้างแบบฝึก และจัดเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการที่วางไว้
3. กำหนดคำชี้แจงสั้น ๆ และเข้าใจง่าย พร้อมตัวอย่าง
4. กำหนดเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัยและระดับความสามารถของผู้ถูกฝึก
5. เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

เอกสารที่เกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถสมองที่ใช้วิธีการปฏิบัติจริง (Performance Test)

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองนั้น นอกจากจะใช้แบบทดสอบที่ใช้ความสามารถทางภาษา (Verbal Test) และไม่ใช่ภาษา (Non-Verbal Test) แล้วยังมีอีกแบบหนึ่งคือ การใช้การปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบโดยการปฏิบัติจริงนี้มีทั้งที่สอบเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม แบบทดสอบที่ใช้การปฏิบัติจริงได้พัฒนาการจากแบบทดสอบที่ต้องใช้ภาษา เพราะผู้สอบ

แต่แต่ละคนมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน ทำให้ผลที่ได้จากการสอบวัดไม่เป็นผลจากการวัดในด้านนั้น ๆ จริง ดังที่อนาสตาซี (Anastasi, 1971 : 236) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบที่ต้องอาศัยการปฏิบัติจริงดังนี้

1. การทดสอบที่ข้ามวัฒนธรรม
2. การทดสอบกับเด็กอ่อน และเด็กก่อนเข้าโรงเรียน
3. การทดสอบคนทุพพลภาพทางกาย

ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ การ์เรตต์ (Garrett, 1959 : 72) ที่ว่าแบบทดสอบปฏิบัติจริงนั้นเป็นแบบทดสอบที่ออกแบบมาเพื่อวัดความสามารถทั่ว ๆ ไปของสมอง ซึ่งใช้กันในโรงเรียนแทนแบบทดสอบที่ต้องอาศัยความสามารถทางภาษาที่มีความจำเป็นมากสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน และนักเรียนที่ค่อนข้างจะมีปัญหาที่บหรือผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับภาษา

อนาสตาซี (Anastasi, 1971 : 236 – 239) ได้เสนอตัวอย่างของแบบทดสอบที่อาศัยการปฏิบัติจริงไว้ดังนี้ แบบทดสอบกระดานชิ้นส่วนเซควิน (Sequin Form Board, 1866) ซึ่งผู้ควบคุมจะถอดชิ้นส่วนลิบขึ้นจากแผ่นกระดาน แล้วให้ผู้สอบนำชิ้นส่วนเหล่านั้นต่อเติมลงในกระดานตรงที่เดิมของมันให้ถูกต้อง ให้ทำสามครั้ง การให้คะแนนจะพิจารณาครั้งที่ผู้สอบใช้เวลาน้อยที่สุดต่อมา น็อกซ์ (Knox, 1914) พัฒนาแบบทดสอบภาษาเป็นแบบทดสอบปฏิบัติจริง เพื่อใช้ทดสอบคนต่างด้าวคือ แบบทดสอบเรือ (Ship Test) ซึ่งผู้สอบต้องจัดรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากลิบขึ้น ภายในกรอบกระดาน ให้เป็นรูปเรือที่ลอยอยู่ในทะเล และแบบทดสอบลูกบาศก์น็อกซ์ (Knox Cube Test) โดยผู้ดำเนินการสอบจะแตะลูกบาศก์สี่เหลี่ยมตามลำดับ แล้วให้ผู้สอบแตะลูกบาศก์นั้นตามลำดับให้ถูกต้อง

ไพนต์เนอร์ และแพตเตอร์สัน (Pintner and Paterson, 1971) ได้พัฒนาแบบทดสอบไพนต์เนอร์-แพตเตอร์สัน (The Pintner-Paterson Scale of Performance Tests) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบที่ใช้การปฏิบัติจริงหลายแบบเข้าด้วยกัน และแบบทดสอบชุดนี้ก็มีส่วนประกอบของแบบทดสอบปฏิบัติจริงของกองทัพแห่งสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง (Army Performance Scale of World War I)

แบบทดสอบลวดลายลูกบาศก์โคฮส์ (Kohs Block Design) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลูกบาศก์ชุดหนึ่ง ลูกบาศก์แต่ละลูกจะมีลักษณะเหมือน ๆ กัน คือ ด้านทั้งหกจะทาสีแดง น้ำเงิน เหลือง ขาว เหลืองกับน้ำเงิน และแดงกับขาว ตามลำดับ มีแผ่นกระดาษอีกชุดหนึ่งซึ่งมีลวดลายสี เพื่อให้ผู้สอบดูแล้วจัดลูกบาศก์ให้เกิดลวดลายตามที่กำหนดให้ นั่น ซึ่งลวดลายที่กำหนดให้จะต้องประกอบด้วย ลูกบาศก์ตั้งแต่ 4 – 16 ลูก แล้วแต่ความยากง่ายของลวดลายที่กำหนดให้

แบบทดสอบปฏิบัติจริงอีกรูปแบบหนึ่ง คือ แบบทดสอบเขาวงกตของพอร์เทียส (Porteus Maze Test) ซึ่งพอร์เทียสได้ปรับปรุงตั้งแต่ปี 1914 1924 1950 และ 1959 เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นเขาวงกต เรียงจากข้อง่าย ๆ ไปยาก ซึ่งสามารถใช้ตั้งแต่เด็ก 3 ปี จนถึงผู้ใหญ่ และนำไปใช้วัดได้ทั้งคนปกติ คนพิการ หรือคนไข้ทางสมอง คนพาลเกร กลุ่มคนที่มีเชื้อชาติ และวัฒนธรรมต่างกัน

นอกจากนี้ อนาสตาซี (Anastasi. 1971 : 239 - 240) ยังได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบปฏิบัติจริงของอาร์เธอร์ (Arthur Point Scale of performance Tests) เป็นแบบทดสอบปฏิบัติจริงที่ดีมากชุดหนึ่ง ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 9 ฉบับ ดังนี้

1. ลูกบาศก์น็อกซ์ (Knox Cube)
2. กระดานขึ้นส่วนเซควิน (Sequin Form Board)
3. กระดานขึ้นส่วนสองรูปภาพ (Two-Figure Form Board) เป็นกระดานขึ้นส่วนที่ประกอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปกากบาท แต่ละรูปแบ่งออกเป็นขึ้นส่วนสี่ชิ้น เพื่อให้ประกอบเข้าด้วยกัน
4. กระดานขึ้นส่วนแคชชีสต์ (Casuist Form Board) ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกัน จึงต้องใช้ความละเอียดมากในตอนประกอบ
5. รูปคน (Manikin) เป็นแผ่นไม้รูปคนหยาบ ๆ ให้ต่อแขน ขา หัว และลำตัวเข้าด้วยกัน และรูปคนด้านข้าง (Feature Profile) เป็นชิ้นส่วนไม้ที่ต่อเป็นรูปคนด้านข้าง
6. ผู้ชายกับลูกม้า (Male and Foal) เป็นแบบทดสอบที่ให้เติมรูปภาพที่ค่อนข้างง่าย
7. แบบเติมรูปภาพฮิลลี่ (Healy Picture Completion I) ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปเติมให้เหมาะสม
8. แบบทดสอบเขาวงกตพอร์เทียส (Porteus Mazes)
9. แบบลดลายลูกบาศก์โคฮส์ (Kohs Block Design)

ไอเคน (Aiken. 1977 : 179) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มินนิโซต้า (Minnesota Spatial Relations Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สอบเป็นรายบุคคล โดยวิธีการให้ปฏิบัติจริงสร้างโดย Mr.Trabue และคณะ แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยกระดานสี่แผ่น คือ A B C และ D แต่ละแผ่นประกอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต 58 ชิ้น ผู้สอบจะต้องหยิบชิ้นส่วนที่มีรูปทรงทางเรขาคณิตใส่ลงไปในกระดานให้ตรงช่องในกระดาน ซึ่งมีรูปร่างเหมือนกันให้เร็วที่สุด คะแนนจะพิจารณาจากเวลาที่ใช้ประกอบกับความผิดพลาดของชิ้นส่วนที่ใส่ไม่ตรงช่องที่ถูกต้อง แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่เด็กนักเรียนมัธยมศึกษาจนถึงผู้ใหญ่ มีความเชื่อมั่น .80 และความเที่ยงตรงโดยหาสหสัมพันธ์กับงานบางชนิดได้ประมาณ .50

ออร์ดี (Ord. 1971 : 88 - 126) ได้เสนอแบบทดสอบปฏิบัติจริงที่ใช้สอบเป็นรายบุคคล ชื่อ The New Guinea PIR Test แบบทดสอบชุดนี้เคยใช้เพื่อสอบคัดเลือกนักเรียนในเกาะปาปัวนิวกินี จำนวน 60 คน เพื่อรับทุนไปศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาที่ประเทศออสเตรเลียในช่วงปี 1957 - 1959 ต่อมาแบบทดสอบฉบับนี้ได้รับปรับปรุงเป็นแบบทดสอบปฏิบัติจริงนิวกินี (The New Guinea Performance Scale) แบบทดสอบนี้สามารถใช้กับนักเรียนในประเทศที่กำลังพัฒนาทั่วโลก ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นถึง .85 และมีค่าความเที่ยงตรง เท่ากับ .60 แบบทดสอบปฏิบัติจริงนิวกินี ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับจะใช้วัสดุในการสอบแตกต่างกัน โดยเฉพาะฉบับที่สี่ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเหมือนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบการต่อภาพ โดยแบ่งข้อสอบออกเป็นสองตอน สำหรับตอนที่หนึ่งให้ผู้สอบเลือกชิ้นส่วนที่กำหนดให้ จำนวนสองชิ้น จากที่กำหนดให้มาห้าชิ้น เติมนลงไปในส่วนที่ขาดหายไปในโจทย์ เพื่อให้ได้สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ มีจำนวน 12 ชิ้น คะแนนแต่ละข้อจะกำหนดไว้อย่างแน่นอนว่าเป็น หนึ่ง สอง หรือสามคะแนน ตามความยากง่ายของข้อนั้นๆ ส่วนตอนที่สองจะมี 12 ข้อ เช่นเดียวกัน แต่มีลักษณะแบบ ตัวเลือกคงที่ ตัวเลือกจะมีทั้งหมดเจ็ดชิ้น วิธีการต่างๆ เหมือนกับตอนแรก แต่จะผิดกันตรงที่ ตอนที่สองนี้ แต่ละข้ออาจจะเติมเพียงชิ้นเดียว สองชิ้น หรือสามชิ้นคะแนนจะมีตั้งแต่ 1 - 3 คะแนน ต่อหนึ่งข้อ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของข้อนั้นๆ

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด. 2521 : 137 - 138) ได้เสนอตัวอย่างของแบบทดสอบที่อาศัยการปฏิบัติจริงคือ แบบทดสอบสตรอมเบอร์รี่ เดกซ์เทอริตี้ (Strombery Dexterity Test) แบบทดสอบนี้จะประกอบด้วยแผ่นกระดานที่แบ่งออกเป็นสามส่วน ส่วนที่หนึ่ง สีแดง ส่วนที่สอง สีเหลือง และส่วนที่สามสีน้ำเงิน แต่ละส่วนมีรูกลมๆ 18 รู ในการทดสอบแบ่งออกเป็นสองตอน ตอนแรกจะให้ผู้สอบเอาลูกไม้กลมใส่เข้าไปในรูของกระดานตามสีที่เหมือนกัน ให้ไวที่สุดเท่าที่จะทำได้ และในตอนที่สอง ให้เอาลูกออกแล้วกับหัวท้าย และวางลงในรูเดิม ส่วนอีกฉบับหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ แบบทดสอบแบบทดสอบ โกรว์ฟอร์ด สمولล์ พาร์ท

เดกซ์เทอริตี้ (Crowford Small parts Dextexity Test) มีสองตอนคือ ตอนแรกจะให้ผู้สอบใช้แหนบจับหลอดโลหะใส่ลงไปในรูที่อยู่ในส่วนหนึ่งของกระดาน แล้วใช้แหนบจับหลอดโลหะครอบหลอดอีกทีหนึ่ง ตอนที่สองให้ผู้สอบใส่หลอดลงไปในรู และใช้ไขควงหมุนสกรูนั้น การให้คะแนนจะนับเวลาที่ใช้ในการทำแต่ละตอน ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้ออกแบบ เพื่อวัดทักษะกลไกของคน

นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบที่วัดความสามารถทางสมองที่ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ต้องใช้ภาษา กับที่ใช้การปฏิบัติจริง คือ แบบทดสอบเวชลอร์ (Wechsler Scales) เป็นแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ในปี 1974 ส่วนที่ใช้การปฏิบัติจริงประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับ ดังนี้

1. Block Design วัดความสามารถในการสร้างแบบแผนจากลูกบาศก์สีลูก
2. Picture Completion วัดความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของภาพที่มีบางส่วนหายไป โดยให้ดูภาพแล้วให้บอกส่วนที่หายไป
3. Picture Arrangement วัดความสามารถในการเรียงรูปภาพที่กำหนดให้ได้ความตามเรื่องที่เล่า
4. Object Assemble วัดความสามารถด้านสังเคราะห์ทั้งหมดจากสิ่งย่อย ๆ
5. Coding วัดความสามารถด้านความจำสัญลักษณ์ แบบทดสอบจะกำหนดตัวเลขกับสัญลักษณ์ แล้วมีข้อสอบให้จับคู่ระหว่างตัวเลขกับสัญลักษณ์
6. Mazes วัดความสามารถในการเลือกทางเดินที่ถูกต้อง ข้อสอบนี้ให้เด็กหาทางออกจากการวางแนวลักษณะเขาวงกต โดยให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

แบบทดสอบเวซเลอร์นี้ เป็นแบบทดสอบเป็นรายบุคคลใช้กับคนที่มีอายุในช่วง 6 – 16 ปี เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับคนปกติทั่วไป เพื่อมุ่งวัดไอคิวของคน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2525 : 56 – 58)

จากตัวอย่างแบบทดสอบที่ใช้การปฏิบัติจริง (Performance Test) นั้น นอกจากจะใช้กับบุคคลที่ต่างภาษา เชื้อชาติ หรือวัฒนธรรม คนที่ทุพพลภาพทางร่างกาย และสมองหรือเด็กก่อนเข้าโรงเรียนแล้วยังสามารถจะสร้างขึ้นมาเพื่อวัดบุคคลที่เป็นปกติทั่ว ๆ ไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบนั้น ๆ ขึ้นมาว่าจะวัดอะไรและวัดกับคนประเภทใด และวัดเพื่อจุดประสงค์ใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก มีดังนี้

รัชธร กอบบุญช่วย (2522 : 32) ได้ศึกษาผลของเกม และปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติวิชาคณิตศาสตร์ และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาในการฝึก 30 ชั่วโมง ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์หลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับ สมนึก มุกดา (2524 : 61) ได้ทดลองฝึกความรู้แบบภาพสองนัยที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาฝึกวันละ 25 นาที รวม 10 ชั่วโมง ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกการรับรู้แบบภาพสองนัยมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปี 2525 สุเทพ จิตรชื่น (2525 : 38) ได้ศึกษาผลของการฝึกความสามารถด้านประจักษ์ โดยใช้รูปภาพเป็นสื่อต่อความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยรูปภาพที่ใช้เป็นสื่อเหล่านั้นหลายรูปแบบ มีลักษณะเหมือนแบบทดสอบวัดความถนัด ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกมีคะแนนความเข้าใจในการอ่านสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก

สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 100 - 102) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะการคิดแบบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าตามรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียนรู้ทั้งหมดมีผลการเรียนดีปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านใช้เหตุผลในทุกๆ ด้านสูง ขึ้นอยู่กับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เชิดศักดิ์ โฆวสิษฐ์ (2530 : 103 - 110) ได้ศึกษาผลของการฝึกความสามารถทางสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกความสามารถทางสมองพื้นฐาน 4 ด้าน คือ การสังเกต การประยุกต์ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น ซึ่งดัดแปลง และปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาหรือความถนัดที่ใช้รูปภาพ และสัญลักษณ์ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมการฝึกความสามารถสมองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพการคิดระดับความรู้ความจำ และสูงกว่าความรู้ความจำได้ดีกว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ

สุมาลี จันทรชลอ (2533 : 90) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฝึกวันละ 15 นาที ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการรู้คิดจะช่วยให้การคิดรวบยอดมีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเมื่อได้รับการฝึกก็ยิ่งมีความสามารถด้านการคิดรวบยอดมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำความสามารถด้านการคิดรวบยอดจะเพิ่มไม่มากนัก

สุรินทร์ สอนทอง (2533 : 105 - 108) ได้ศึกษาผลของการฝึกความสามารถทางสมองที่มีต่อทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึก

ความสามารถทางสมองแบบปานกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบฝึก 24 ชุด และกลุ่มที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองปานกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการด้วยแบบฝึก 12 ชุด และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมอง ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองแตกต่างกัน มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับความรู้ ความจำ และระดับสูงกว่าความรู้ความจำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองแบบเข้ม มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งสองระดับสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองแบบปานกลาง และไม่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมอง และนักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองแบบปานกลาง มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งสองระดับสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมพร ประยูรภิตติกุล (2535 : 52) ได้ศึกษาผลของการฝึกความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านเหตุผล โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น 60 แบบฝึก ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมการฝึกความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ชลธิชา ศีลวัตตะ (2538 : 61 - 64) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการ คือ ทักษะด้านการสังเกต การมองเห็นความสัมพันธ์ ความจำ การมีขั้นตอน และการมีเหตุผลโดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น 60 แบบฝึก ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิจัย พอสรุปได้ว่า ถ้าบุคคลได้รับการฝึกและส่งเสริมความสามารถทางสมองในด้านที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอ จะมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงขึ้นด้วย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มีความคงทนของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 148 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย ได้กลุ่มละ 30 คน แล้วใช้วิธีจับสลากว่ากลุ่มใดได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และกลุ่มใดได้รับการฝึกปฏิบัติจริง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
2. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ใช้ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพทางเรขาคณิตมาให้ แล้วให้นักเรียนวาดภาพที่นำมาต่อ แล้วเกิดเป็นภาพทางเรขาคณิตภาพใหม่ตามที่โจทย์แต่ละข้อกำหนด

2. แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพทางเรขาคณิตมาให้ 2 ภาพ แล้วให้นักเรียนฝึกวาดภาพที่เกิดจากการซ้อนกันของภาพที่กำหนดให้ทั้งสองภาพตามขั้นตอน

3. แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลาย ๆ แถว แล้วให้นักเรียนฝึกวาดภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ออกมาทีละแถวแล้วนับจำนวนลูกบาศก์ที่แยกได้

4. แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ หมายถึง แบบฝึกที่กำหนดภาพที่แสดงด้านที่แตกต่างกันของลูกบาศก์ลูกหนึ่ง จำนวน 3 ภาพ แล้วให้นักเรียนพิจารณาหาด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ โดยจินตนาการความเป็นไปได้ที่ละด้าน

แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์

การปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์ ใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้เหมือนกับชุดฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ทั้ง 4 ด้าน แต่การปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์นี้ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้เป็นวัสดุที่นักเรียนหยิบจับมาสัมผัสได้ เช่น กระดาษ แผ่นโป่งใส หรือโฟม ดังนี้

1. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ มีลักษณะเป็นกระดาษแข็งตัดเป็นรูปเหลี่ยมต่างๆ ซึ่งนำมาเรียงต่อกันให้เป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หรือวงกลมได้หลายๆ รูป

2. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ มีลักษณะเป็นแผ่นโป่งใส ขนาดกว้าง 4 นิ้ว ยาว 4 นิ้ว ภายในแผ่นใสได้ขีดเส้นขวางตัดกันเป็นรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนนำมาซ้อนทับกันแล้วมองเห็นลายเส้นภายในแผ่นใสได้

3. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ มีลักษณะเป็นลูกบาศก์ สีเหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1" x 1" ทำจากกระดาษนำมาจัดเรียงตามรูปที่กำหนด แล้วให้นักเรียนนับจำนวนลูกบาศก์

4. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ มีลักษณะเป็นลูกบาศก์สีเหลี่ยมจัตุรัสขนาดเล็กที่แต่ละหน้ามีสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นหน้าที่แตกต่างกัน 3 ด้าน 3 ครั้ง แล้วให้นักเรียนหาด้านที่อยู่ตรงข้ามกับหน้าที่กำหนด

แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

หลังจากที่นักเรียนได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ครบทุกแบบแล้ว ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบวัดความสามารถสมองด้านมิติสัมพันธ์จำนวน 4 ฉบับ ในการเก็บข้อมูล ซึ่งแต่ละฉบับเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีลักษณะดังนี้

1. แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ มีจำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียวอยู่ทางซ้ายมือ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่ายกตามเส้นนั้น ส่วนตัวเลือก ก ข ค ง และ จ จะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน

2. แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ มีจำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียวอยู่ทางซ้ายมือ แล้วให้มาดูภาพที่กำหนดให้ไปซ้อนอยู่ในภาพใดในตัวเลือก ก ข ค ง และ จ ขนาดและทิศทางของภาพที่ซ้อนจะเหมือนเดิมทุกประการ

3. แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ มีจำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียวอยู่ทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใดต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่น บอกว่าหมุนภาพที่กำหนดตามเข็มนาฬิกา ในตัวเลือก ก ข ค ง และจจะมีอยู่ 1 ข้อที่มีทิศทางการหมุนต่างจากทิศทางที่กำหนด

4. แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ มีจำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อมีภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือจะเป็นแบบระนาบ หรือมิติเดียวให้ดูก่อน แล้วให้นักเรียนใช้จินตนาการพับเป็นกล่องสามมิติว่าตรงกับตัวภาพใดในตัวเลือก ก ข ค ง หรือ จ

การสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปฝึกเสริมให้กับนักเรียนในคาบกิจกรรมอิสระ เป็นแบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ แบบต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความหมาย ทฤษฎี เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวคิดของกลุ่มนักการศึกษา และนักจิตวิทยากลุ่มต่างๆ

2. ศึกษาองค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยยึดเอาความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ แบบต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ เป็นหลักในการวิจัยครั้งนี้ เพราะทุกองค์ประกอบของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

3. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง

เพื่อสร้างชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ ที่มีคุณภาพและใช้ในการวิจัย

4. สร้างชุดการฝึกตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จำนวน 16 ชุด คือ ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ แบบซ้อนภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบละ 4 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ

5. นำชุดการฝึกที่สร้างขึ้นให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท คือ

1. รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร

2. รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์

ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร

ตรวจสอบแบบฝึก อุปกรณ์ และแบบทดสอบ หลังจากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ

1. นายประเสริฐ ทิศกลาง

หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศกรมสามัญ

ศึกษา ระดับ 9 เขตการศึกษา 9

2. ดร.วราภรณ์ พูนผลอำนวย

ศึกษานิเทศก์ 8

หน่วยศึกษานิเทศกรมสามัญศึกษา

เขตการศึกษา 11

3. นางสมนึก ป้อมมิตรอมรา

อาจารย์ 3 ระดับ 8

โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดีผดุงวิทยา”

อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ตรวจพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ที่ต้องการฝึก ปรากฏผลดังนี้

- กิจกรรมในแบบฝึกสอดคล้องกับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
- คำชี้แจงในแต่ละแบบฝึกยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เช่น รูปสามเหลี่ยม ควรระบุว่าเป็นสามเหลี่ยมชนิดใด

6. นำชุดการฝึกมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำชุดการฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอตาขัน จ.นครศรีธรรมราช ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน เพื่อหาเวลาที่เหมาะสม และความชัดเจนของชุดการฝึกก่อนนำไปใช้ พบว่า คำชี้แจงในชุดการฝึกแบบข้อรูปภาพ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ มีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงแก้ไข และยกตัวอย่างประกอบ จนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจตรงกัน

8. นำชุดการฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการทดลองต่อไป

2. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์

มีวิธีการสร้างคล้าย ๆ กับแบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แต่เป็นวัสดุที่ใช้ปฏิบัติจริง อุปกรณ์ที่สร้างนี้ได้รูปแบบมาจาก แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ ข้อรูปภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ รูปร่างของวัสดุที่ใช้ในอุปกรณ์ฝึกปฏิบัติจริงแต่ละข้อ ตลอดจนการจัดวางของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้จะเหมือนกับแบบฝึกแต่ละข้อในชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แต่อุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัตินี้มีชิ้นส่วนในตัวเลือกสามารถจะหยิบไปประกอบในตัวคำถามได้จริง ๆ เมื่อสร้างเสร็จนำมาหาคุณภาพ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านตรวจสอบ ปรากฏผลดังนี้

- แบบฝึกปฏิบัติจริงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

- คำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติจริงด้านการต่อภาพบางข้อไม่ชัดเจน

ผู้วิจัยทำการแก้ไข และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอตาขัน จ.นครศรีธรรมราช ที่ไม่ได้ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างอีกจำนวน 5 คน เพื่อหาเวลาที่เหมาะสม และความชัดเจนของชุดการฝึกก่อนนำไปใช้ พบว่า มีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจ คำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติจริงแบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ ผู้วิจัยจึงแก้ไข และยกตัวอย่างประกอบ จนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจตรงกัน แล้วนำแบบฝึกปฏิบัติจริงที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้ในการทดลองต่อไป

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่นำไปทดสอบกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ทุกแบบ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามหลักการต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ 3 มิติ และแบบหมุนภาพ ที่มีคุณภาพและใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ เพื่อเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบตามนิยามที่กำหนดไว้ โดยแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ และแบบทดสอบหมุนภาพ ฉบับละ 50 ข้อ

4. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบผลปรากฏว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัด และมีแบบทดสอบบางข้อที่มีคำตอบ 2 คำตอบ บางข้อมีคำตอบไม่ชัดเจน ควรระวังเรื่องขนาด และทิศทางของคำตอบ บางข้อมีความยากเกินไป ควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไข แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป

5. นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 4 ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 100 คน แล้ววิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการตรวจและวิเคราะห์ ข้อสอบของอาจารย์ สัตยรักษ์ และประยูร วิชา วิเคราะห์หาค่าความยาก และอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% โดยพิจารณาข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป คัดเลือกให้เหลือฉบับละ 30 ข้อ โดยแต่ละฉบับมีคุณภาพดังนี้

5.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบซ้อนภาพ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.15 - 0.85 และค่าอำนาจจำแนก -0.26 - 0.67 เมื่อคัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.44 - 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.26 - 0.67

5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบแยกภาพ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.15 - 0.83 และค่าอำนาจจำแนก 0.00 - 0.74 เมื่อคัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.41 - 0.78 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.30 - 0.74

5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบประกอบภาพ 3 มิติ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.14 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.26 – 0.78 เมื่อคัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.22 – 0.65 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.65 – 0.78

5.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบหมุนภาพ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.30 – 0.98 และค่าอำนาจจำแนก 0.22 – 0.78 เมื่อคัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.41 – 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.26 – 0.78

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกมาจากข้อ 5 ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา (นักเรียนที่ไม่ได้เป็นทดสอบในครั้งที่ 1) จำนวน 96 คน แล้วหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรครุเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ KR-20) ซึ่งแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ 3 มิติ และแบบหมุนภาพ เท่ากับ 0.93 0.95 0.83 และ 0.90 ตามลำดับ

7. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

1.1 การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตว่าจะต้องเติมภาพอย่างไรลงไป เพื่อให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตตามที่

โจทย์แต่ละข้อกำหนด โดยมีขั้นตอนดังนี้

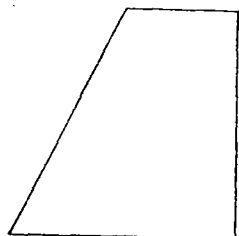
ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

ภาพที่ 2 ให้นักเรียนฝึกวาดภาพต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เกิดเป็นรูปตามที่โจทย์กำหนด โดยใช้เส้นประ หรือดินสอสีที่แตกต่างจากสีดำ

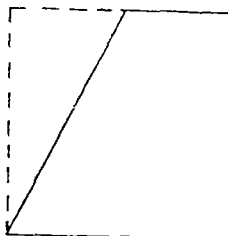
ภาพที่ 3 ให้นักเรียนวาดเฉพาะส่วนที่จะเติมลงไปแล้วทำให้เกิดรูป ตามที่โจทย์กำหนด ดังเช่นตัวอย่าง

ตัวอย่าง) จงเขียนภาพที่นำไปประกอบรูปที่กำหนดให้แล้วเกิดเป็นสี่เหลี่ยมด้านเท่า

0)



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

1.2 การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

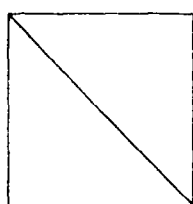
คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพที่เกิดจากการซ้อนทับกันของรูปทรงเรขาคณิตที่กำหนดให้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ

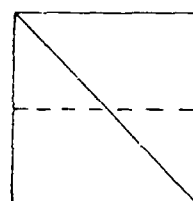
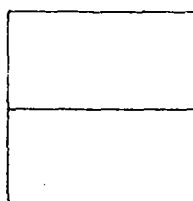
ภาพที่ 2 ให้นักเรียนวาดลายของภาพที่กำหนดให้ทั้ง 2 ภาพ ลงในกรอบเดียวกันทีละภาพ โดยลายของภาพแรกใช้เส้นทึบ และลายของภาพที่สองให้ใช้เส้นประ หรือสีที่แตกต่างกัน

ภาพที่ 3 ให้นักเรียนเขียนภาพ หรือลายที่เกิดจากการซ้อนกันจากภาพที่ 2 โดยใช้เส้นทึบ

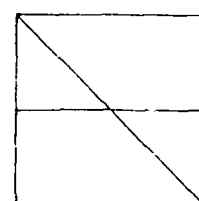
0)



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



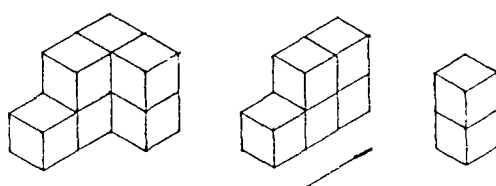
ภาพที่ 3

1.3 การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

- คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้แต่ละข้อ มีลูกบาศก์ซ้อนกันอยู่กี่ลูก แล้วเติมตัวเลขที่นับได้ในช่องว่าง

ตัวอย่าง

0)



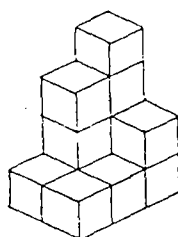
มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

2. ฝึกวาดภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้แยกเป็นแถว ๆ เพื่อนับจำนวนลูกบาศก์

ตัวอย่าง

00)



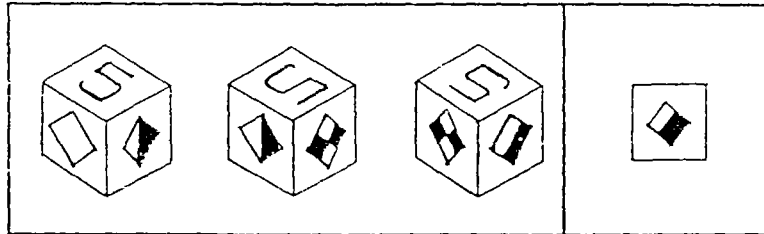
มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

1.4 การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์

คำชี้แจง เมื่อกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 1 ลูก โดยมีภาพแสดงด้านที่แตกต่างกับของลูกบาศก์ 3 ภาพ ให้นักเรียนวาดภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดมาให้

0)

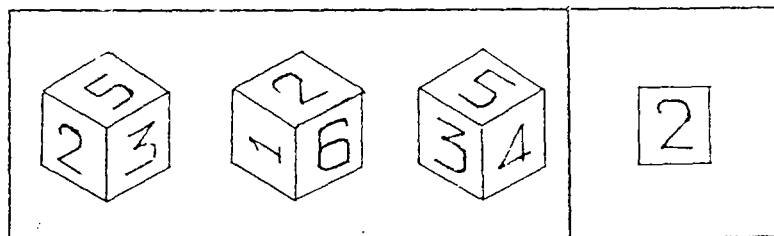


แนวคิด เมื่อขีดด้าน 5 เป็นหลัก แล้วหมุนลูกบาศก์ด้านบนตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน อยู่ตรงข้ามกับด้าน

00)



แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน 2 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน 2 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

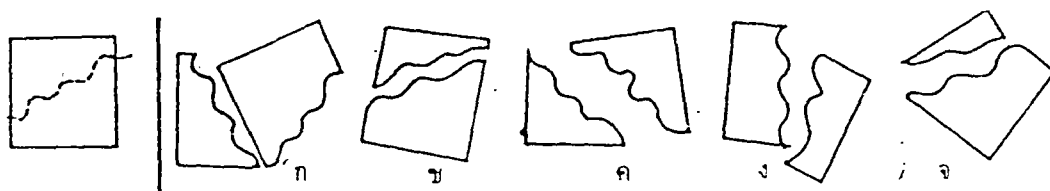
ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน 2 คือ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ

คำชี้แจง ให้พิจารณาภาพที่กำหนดทางซ้ายมือว่า ถ้าตัดภาพตามรอยปลະจะแยกเป็นชิ้นส่วนได้ดังตัวเลือกในข้อใด

0)

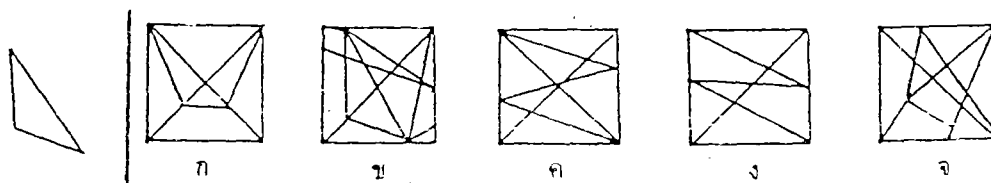


คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

คำชี้แจง ให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือว่า ซ่อนอยู่ในภาพใด

0)

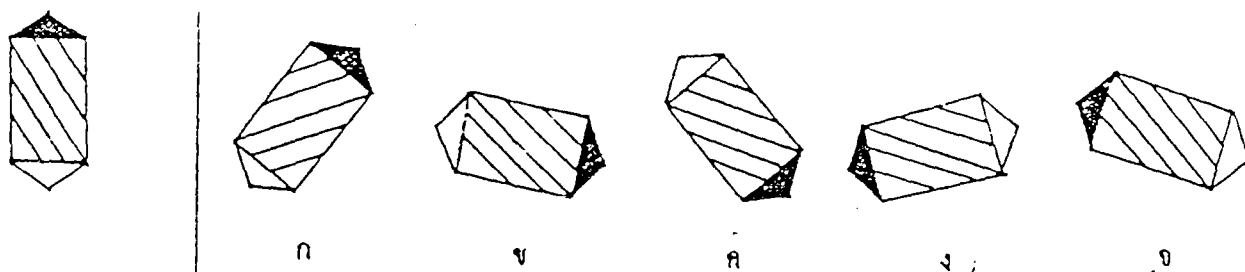


คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพในข้อใด เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือตามเข็มนาฬิกา

0)

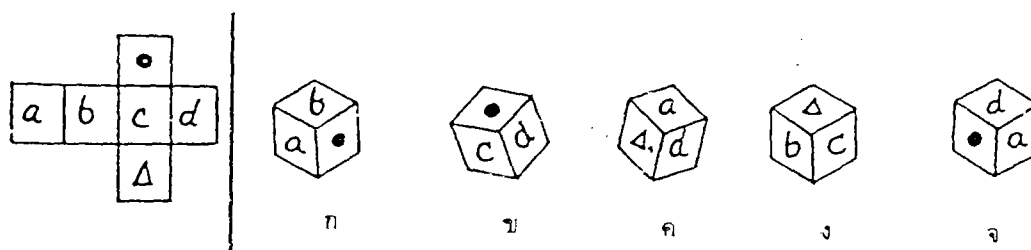


คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือว่า ถ้านำมาประกอบเป็นกล่องสามมิติจะได้รูปดังข้อใด

0)



คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control-group pretest-posttest design (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534:359)

ตาราง 1 แบบแผน Randomized Control-group pretest-posttest design

การกำหนดเข้ากลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
R E ₁	T ₁ E ₁	X ₁	T ₂ E ₁
R E ₂	T ₁ E ₂	X ₂	T ₂ E ₂

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 ฉบับ

2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ใช้เวลาในคาบที่ 8 ในเวลา 15.00 – 15.50 น. ซึ่งเป็นคาบกิจกรรมอิสระ สัปดาห์ละ 4 คาบๆ ละ 50 นาที โดยเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

สัปดาห์ที่ 2 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

สัปดาห์ที่ 3 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

สัปดาห์ที่ 4 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์

ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ฝึกด้วยตนเอง และมีผู้ช่วย 1 คน

2.3 การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึก ดำเนินการฝึกดังนี้

2.3.1 แจกแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ให้กับนักเรียนทุกคน

2.3.2 อธิบายคำสั่ง คำชี้แจงแต่ละแบบฝึกให้นักเรียนเข้าใจ

2.3.3 ให้นเวลาค้นหาแบบฝึกโดยให้นักเรียนตอบลงในแบบฝึกที่แจกให้

2.2.4 เอลยพร้อมทั้งอภิปรายวิธีพิจารณาแบบฝึก ระหว่างผู้ฝึกและนักเรียน

2.2.5 ให้รางวัลนักเรียนที่ทำได้รวดเร็วและถูกต้องมากที่สุด

2.2.6 เก็บแบบฝึกคืนทุกครั้งหลังการฝึก

2.4 การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยการปฏิบัติจริง ดำเนินการฝึก

ดังนี้

2.4.1 แจกอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์

2.4.2 อธิบายคำสั่ง คำชี้แจงแต่ละแบบฝึกให้นักเรียนเข้าใจ

2.4.3 ให้นักเรียนทำฝึกปฏิบัติจริงและเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

2.4.4 เอลยพร้อมทั้งอภิปรายวิธีพิจารณาแบบฝึก ระหว่างผู้ฝึกและนักเรียน

2.4.5 ให้รางวัลนักเรียนที่ทำได้รวดเร็วและถูกต้องมากที่สุด

2.4.6 เก็บอุปกรณ์ในการฝึกคืนทุกครั้งหลังการปฏิบัติจริง

3. การรวบรวมข้อมูล

หลังจากดำเนินการทดลองครบ 4 สัปดาห์ แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 4 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนที่ทั้งสองกลุ่มดังนี้

- นักเรียนที่ฝึกต่อภาพวัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบแยกภาพ
- นักเรียนที่ฝึกซ้อนภาพวัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบซ้อนภาพ
- นักเรียนที่ฝึกนับลูกบาศก์วัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบหมุนภาพ
- นักเรียนที่ฝึกหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์วัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบ

ประกอบภาพ 3 มิติ

นำผลของการทดสอบไปวิเคราะห์ตามความมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป

วิธีจัดกระทำข้อมูล

✓ ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD)

2. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของชุดการฝึก และแบบทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาสอดคล้องระหว่างกิจกรรมของชุดการฝึก และแบบทดสอบ กับความสามารถทางสมองที่จะวัด โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาค่า IOC

3. หาค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบสำเร็จรูปของ อาจหาญ สัตยารักษ์ วิเคราะห์ หาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% และตารางของ จุง เดห์ ฟาน

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ KR-20)

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left(\frac{s_x^2 - \Sigma pq}{s_x^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
	p	แทน	สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	=	1 - p

6. เปรียบเทียบผลของการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์และความคงทนของการจำของนักเรียนที่ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึกและการปฏิบัติจริงโดยใช้สถิติ t-test (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540 : 243)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$d_f = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$\bar{X}_1, \bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ที่คำนวณมาจากคะแนนผลต่างจากการสอบก่อนฝึก หลังฝึก และหลังฝึก 1 สัปดาห์ ตามลำดับ
	s_1^2, s_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ที่คำนวณมาจากคะแนนผลต่างจากการสอบก่อนฝึก หลังฝึก และหลังฝึก 1 สัปดาห์ ตามลำดับ
	n_1, n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จึงกำหนดความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
- k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
- X แทน คะแนนดิบ
- $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
- $\bar{X}_D$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลต่างระหว่างคะแนน Post test – Pre test
- S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
- S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
- S_D^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของคะแนนผลต่าง
- E_1 แทน กลุ่มตัวอย่างที่ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึก
- E_2 แทน กลุ่มตัวอย่างที่ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยการปฏิบัติจริง
- M แทน แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 4 ฉบับ
- M_1 แทน แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ
- M_2 แทน แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ
- M_3 แทน แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ 3 มิติ
- M_4 แทน แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ
- t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา t-distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมาย และสมมุติฐานของการวิจัยดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึก และการปฏิบัติจริง
3. ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการจำของกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบฝึก และการปฏิบัติจริง

ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ รวมทั้ง 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบหมุนภาพ และแบบภาพประกอบ 3 มิติ ที่สอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ๆ ละ 30 คน ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ทั้ง 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ และแบบทดสอบหมุนภาพ

แบบทดสอบ	k	สอบก่อนฝึก				สอบหลังฝึก			
		E ₁		E ₂		E ₁		E ₂	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
M ₁	30	14.03	2.81	14.53	3.46	15.63	2.94	16.23	3.10
M ₂	30	13.87	3.83	13.60	3.94	16.23	2.70	17.03	3.20
M ₃	30	11.40	4.09	11.50	3.93	12.30	5.03	13.50	4.51
M ₄	30	16.03	5.43	15.60	5.39	19.07	6.55	20.23	5.22
M	120	55.17	11.54	54.73	12.28	63.17	13.08	67.17	11.58

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 4 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับมีจำนวน 30 ข้อ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ และแบบทดสอบหมุนภาพ ก่อนที่จะได้รับการฝึกของนักเรียนที่ฝึกทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบฝึก มีคะแนนเฉลี่ย 11.40 – 16.03 และนักเรียนที่ฝึกโดยการปฏิบัติจริง มีคะแนนเฉลี่ย 11.50 – 16.50 จากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีแบบทดสอบฉบับเดียวเท่านั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยมีค่าเกินครึ่งหนึ่งคะแนนเต็ม คือแบบทดสอบหมุนภาพ แสดงว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่นำมาทดสอบมีความยากปานกลาง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริง อยู่ในช่วง 2.81 – 5.43 และ 3.46 – 5.39 แสดงว่าคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับมีการกระจายใกล้เคียงกัน และถ้าพิจารณาจากคะแนนรวมทั้ง 4 ฉบับซึ่งมีคะแนนเต็ม 120 กลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และกลุ่มที่ฝึกโดยการการปฏิบัติจริงมีคะแนน

เฉลี่ย 55.17 และ 54.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.54 และ 12.28 ตามลำดับ ซึ่งไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม

หลังการทดลองฝึกผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่สอบก่อนฝึก มาทดสอบนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ชุดการฝึก มีคะแนนเฉลี่ย 12.30 – 19.07 กลุ่มที่ฝึกโดยการปฏิบัติจริงมีคะแนนเฉลี่ย 13.50 – 20.23 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองฝึกของทั้งสองกลุ่ม พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับสูงขึ้นกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการทดลองฝึก และมีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบที่เกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มจำนวน 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบช้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ และแบบทดสอบหมุนภาพ ส่วนอีก 1 ฉบับมีค่าสูงกว่าเดิม แต่ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม คือ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ

สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้ง 4 ฉบับ หลังทดลองฝึกของนักเรียนที่ฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และกบปฏิบัติจริง มีค่าเท่ากับ 63.17 และ 67.17 ซึ่งมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และสูงกว่าที่ยังไม่ได้ทดลองฝึก กลุ่มที่ฝึกโดยการปฏิบัติจริงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกโดยใช้ชุดการฝึก

2. เปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ทดลองฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

หลังจากทำการทดลองฝึกนักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อน และหลังทดลองฝึกมาหาความสัมพันธ์กัน พบว่า คะแนนก่อนและหลังการทดลองฝึกมีความสัมพันธ์กันไม่ถึง 0.90 ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการฝึก ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์จากกลุ่มที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกัน โดยใช้การวิเคราะห์แบบ t-test ได้ผลตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกโดยใช้ชุดการฝึก กับกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกโดยการปฏิบัติจริง

แบบทดสอบ	กลุ่มตัวอย่าง	k	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
M ₁	E ₁	30	1.60	9.14	0.127
	E ₂	30	1.70	9.32	
M ₂	E ₁	30	3.37	17.34	1.060
	E ₂	30	3.43	12.60	
M ₃	E ₁	30	0.90	9.61	1.385
	E ₂	30	2.03	10.24	
M ₄	E ₁	30	3.03	17.41	1.607
	E ₂	30	4.63	12.17	
M	E ₁	120	8.10	73.54	1.872
	E ₂	120	11.97	54.03	

จากตาราง 3 พบว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.90 - 3.37 และความแปรปรวนมีค่าอยู่ระหว่าง 9.14 - 17.41 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริง มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 1.70 - 4.63 และความแปรปรวนมีค่าอยู่ระหว่าง 9.32 - 12.60 เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ปรากฏว่าความสามารถทางมิติสัมพันธ์ทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในภาพรวมก็แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

3. เปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

เมื่อทดลองฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มเสร็จสิ้นแล้ว หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ผู้วิจัยนำแบบทดสอบชุดเดิมนี้ไปวัดความคงทนในการจำกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แล้วนำมาตรวจให้คะแนน และหาค่าสถิติพื้นฐาน พร้อมทั้งทดสอบความแตกต่างความคงทนในการจำของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการการเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริง

แบบทดสอบ	กลุ่มตัวอย่าง	k	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
M ₁	E ₁	30	2.00	10.34	0.523
	E ₂	30	1.57	9.91	
M ₂	E ₁	30	2.07	13.17	1.661
	E ₂	30	3.63	13.14	
M ₃	E ₁	30	3.67	22.37	1.353
	E ₂	30	2.03	21.69	
M ₄	E ₁	30	3.17	30.35	0.198
	E ₂	30	2.90	25.33	
M	E ₁	120	11.00	133.38	0.433
	E ₂	120	10.40	55.21	

จากตาราง 4 พบว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์หลังทดลอง 1 สัปดาห์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึกมีคะแนนผลต่างเฉลี่ยในช่วง 2.00 – 3.67 และมีความแปรปรวนอยู่ในช่วง 10.34 – 30.35 กลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริงมีคะแนนเฉลี่ยในช่วง 1.57 – 3.63 ความแปรปรวนอยู่ในช่วง 9.91 – 25.33 เมื่อนำมาทดสอบนัยสำคัญของทั้งสองกลุ่มพบว่าความคงทนในการจำเกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และในภาพรวมก็เช่นเดียวกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ฝึกด้วยชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ที่ประกอบด้วยการคิดแบบต่อภาพ ช้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบว่ารูปแบบของการฝึกความสามารถทางสมองทั้งสองรูปแบบ คือ การฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง วิธีใดจะส่งผลให้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีการพัฒนามากกว่ากัน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม และได้ผลมากที่สุด

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มีความคงทนของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอตาขันเขต จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย ได้กลุ่มละ 30 คน แล้วใช้วิธีจับสลากว่ากลุ่มใดได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และกลุ่มใดได้รับการฝึกปฏิบัติจริง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 4 ประเภท จำนวน 16 แบบฝึก ดังนี้

1. แบบฝึกต่อภาพ 4 ฉบับ ๆ ละ 10 ข้อ
2. แบบฝึกซ้อนภาพ 4 ฉบับ ๆ ละ 10 ข้อ
3. แบบฝึกนับลูกบาศก์ 4 ฉบับ ๆ ละ 10 ข้อ
4. แบบฝึกหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ 4 ฉบับ ๆ ละ 10 ข้อ

2. แบบฝึกปฏิบัติจริงด้านมิติสัมพันธ์ เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเหมือนชุดการฝึก แต่ใช้วัสดุที่สามารถหยิบจับได้ แบ่งเป็น 4 ประเภท จำนวน 16 ชุด ดังนี้

1. อุปกรณ์ฝึกต่อภาพ 4 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ
2. อุปกรณ์ฝึกซ้อนภาพ 4 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ
3. อุปกรณ์ฝึกนับลูกบาศก์ 4 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ
4. อุปกรณ์ฝึกหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ 4 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ ประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบซ้อนภาพ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.26 – 0.67 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.93

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบแยกภาพ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนก 0.30 – 0.74 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.95

3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบหมุนภาพ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.26 – 0.78 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.90

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบประกอบภาพ 3 มิติ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนก 0.65 – 0.78 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.89

การดำเนินการทดลอง

1. วัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 ฉบับ

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ใช้เวลาคาบที่ 8 ในเวลา 15.00 – 15.50 น. ซึ่งเป็นคาบกิจกรรมอิสระ สัปดาห์ละ 4 คาบๆ ละ 50 นาที โดยเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

สัปดาห์ที่ 2 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

สัปดาห์ที่ 3 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

สัปดาห์ที่ 4 ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์

ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ฝึกด้วยตนเองและมีผู้ช่วย 1 คน

3. เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจนครบทุกแล้ว นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ฉบับเดิม มาทดสอบกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการพัฒนาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

4. หลังจากดำเนินการทดลองผ่านไป 1 สัปดาห์ นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ชุดเดิมทั้ง 4 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนที่ทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดความคงทนในการจำของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ของการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าที่ตั้งไว้ ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD)

2. เปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการทดลองฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง โดยใช้ t-test

3. เปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนที่ได้รับการทดลองฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. จากผลการทดลอง พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึก มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ แบบทดสอบหมุนภาพ และคะแนนรวมก่อนการฝึกเท่ากับ 14.03 18.87 11.40 16.03 และ 55.17 ตามลำดับ และหลังทำการฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 15.63 16.23 12.30 19.07 และ 63.17 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยการปฏิบัติจริง มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ แบบทดสอบหมุนภาพ และคะแนนรวมก่อนการทดลองเท่ากับ 14.53 13.60 11.50 15.60 และ 54.73 ตามลำดับ และหลังทำการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ย 16.23 17.03 13.50 20.23 และ 67.17 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนที่ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึกและการปฏิบัติจริง มีแนวโน้มของความสามารถทางมิติสัมพันธ์สูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการฝึก

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึกการปฏิบัติจริง ที่ประกอบด้วยการคิดแบบต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึกการปฏิบัติจริง ที่ประกอบด้วยการคิดแบบต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ มีความคงทนในการจำด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจาก อาจเนื่องมาจากรูปแบบของแบบฝึกและอุปกรณ์การฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเนื้อหาเหมือนกัน คือ อุปกรณ์การฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้นำรูปแบบมาจากแบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยมีรูปร่าง และการจัดวางภาพของอุปกรณ์การฝึกเหมือนแบบฝึกแต่ละข้อในชุดการฝึก จึงส่งผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน หรืออาจเป็นเพราะการฝึก

ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ 4 ด้าน แล้ววัดผลจากการฝึกด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์อีก 4 ด้าน ดังนี้ คือ การฝึกความสามารถทางสมองด้านต่อภาพวัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบแยกภาพ การฝึกความสามารถทางสมองด้านซ้อนภาพวัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบซ้อนภาพ การฝึกความสามารถทางสมองด้านนับลูกบาศก์วัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ การฝึกความสามารถทางสมองด้านหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์วัดผลจากการฝึกโดยใช้แบบทดสอบหมุนภาพ ซึ่งอาจทำให้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร แม้ว่าตัวแปรที่นำมาศึกษาคือ ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ทุกด้านจะมีความสัมพันธ์กันตามที่ บุญชม ศรีสะอาด (2513: 21 – 78) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ที่แบ่งไว้ 8 แบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบหาด้านตรงข้าม แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบหมุนภาพ และแบบแยกภาพ พบว่า แบบทดสอบแต่ละแบบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก โดยมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .44 ถึง .65 และสอดคล้องกับ พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520: 28) ที่พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 5 ฉบับ คือ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ และแบบนับลูกบาศก์ มีค่าอยู่ระหว่าง .23 ถึง .48 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แต่อย่างไรก็ตามการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบฝึก และอุปกรณ์ในการปฏิบัติจริง ส่งผลให้มีการพัฒนาความสามารถทางสมองด้านนี้มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งสองวิธี ผลของการพัฒนาความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่เกิดจากการฝึกทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ดังนั้น แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบฝึก สามารถใช้แทนอุปกรณ์ในการปฏิบัติจริงได้ เพราะการสร้างอุปกรณ์ในการฝึก เสียค่าใช้จ่ายมาก มีความยุ่งยากในการสร้าง การสร้างแบบฝึกโดยใช้กระดาษ จะมีความประหยัด และสะดวกต่อการสร้าง และการจัดเก็บมากกว่าการใช้อุปกรณ์ในการฝึก

2. ความคงทนในการจำของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากเด็กนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างอยู่ในวัยที่มีความจำสูง และมีการลืมน้อย และอีกเหตุผลหนึ่งอาจเป็นเพราะการฝึกทั้งสองวิธีทำให้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ความคงทนในการจำไม่แตกต่างกันด้วย

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีค่าสูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการฝึก และนอกจากนั้นยังพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริง

มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึก ซึ่งอาจเป็นเพราะการฝึกโดยใช้แบบฝึกเป็นการกำหนดแนวทางให้นักเรียนคิด เพื่อหาคำตอบ ส่วนการฝึกโดยใช้อุปกรณ์นั้น นักเรียนต้องสังเกต และหาวิธีคิดเพื่อให้ได้คำตอบเอง และจากการสังเกตในขั้นตอนการสรุป ขณะที่ทำการฝึกผู้วิจัยสังเกตพบว่านักเรียนที่ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ปฏิบัติจริงมีการเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่หลากหลายกว่านักเรียนที่ฝึกโดยใช้แบบฝึก จึงทำให้นักเรียนนำประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกไปใช้ในการทำแบบทดสอบมากกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึก ทำให้มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางมิติสัมพันธ์มีค่าสูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้อุปกรณ์ปฏิบัติจริง มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยการปฏิบัติจริง

ข้อเสนอแนะ

1. การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์สามารถทำได้ทั้งการสร้างแบบฝึกและการปฏิบัติจริง และจากผลการวิจัยพบว่าความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ฝึกโดยใช้แบบฝึกและการปฏิบัติจริงไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบฝึกจะทำได้ง่ายกว่า เพราะการสร้างแบบฝึกทำให้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายได้มากกว่าการฝึกโดยใช้อุปกรณ์
2. การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ในด้านใดก็ควรวัดผลการฝึกโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ด้านนั้น เช่น ถ้าฝึกการช้อนภาพ ก็ควรใช้แบบทดสอบช้อนภาพวัดผลจากการฝึก
3. ควรมีการศึกษาการฝึกความสามารถทางสมองโดยมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ระยะเวลาในการฝึก อายุของนักเรียนที่รับการฝึก เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กู้เกียรติ เอี้ยวเจริญ. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถสมองบางประการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนวิทยาลัยพลศึกษา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- โกวิท ประวาทฤกษ์. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับอนาคตตามแนวหลักสูตรประถมศึกษา
และมัธยมศึกษาฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา,
 2534.
- จักรเพชร เพชรสกุล. ความสามารถบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนระดับวิชาชีพชั้นสูงของ
นักศึกษาเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- จำเริญ เสกธีระ. การสอนและการสอบที่เน้นกระบวนการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว, 2534.
- ชลธิชา ศีลวัตตะ. การฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่องระบบจำนวน เศษส่วน และทศนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เทคโนโลยีแบบใหม่กับทิศทางการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ : ฝ่ายโสตทัศนศึกษา
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2527.
- ชวาล แพร่ตกุล. การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาความสามารถ. สำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517.
- ชาญชัย ภวติรังสิมา และเชิดศักดิ์ ฤทธิ์ประศาสตร์. การพัฒนานบุคคล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2521.
- ชาญวิทย์ เทียบบุญประเสริฐ. วิธีสร้างแบบทดสอบสติปัญญาด้านความรู้ทั่วไป คำศัพท์ และ
ความเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร. ปรินญานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- เชิดศักดิ์ โฆวาลินธุ์. การฝึกความสามารถสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปรินญานิพนธ์
กศ.ด. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2534.
- เดโช สนวนานนท์. จิตวิทยาสำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 2 พระนคร : โรงพิมพ์ไทยสัมพันธ์, 2508.

- ทองหล่อ วิภาวีน. การวัดความถนัด. โอเดียนสโตร์, 2523
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- บังอร ภูมิรัมย์ขวัญ. การวัดบุคลิกภาพ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวัดหาแนวโน้มปัญหาและความถนัด. ศูนย์เอกสารและตำรา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2521.
- บุญชม ศรีสะอาด. ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ประสานมิตร, 2513. อัดสำเนา.
- ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิคอาร์ต, 2522.
- ปราณี สุทธิพงษ์. การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านภาษาและตัวเลขของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2510 ภาคเรียนที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.
- พจน์ สะเพียรชัย. การวิจัยองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสำหรับชั้นประถมปีที่ 7. กรุงเทพฯ : คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512.
- พรทิพย์ ภัทรชาคร. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.
- พรวณี ชูชัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.
- พิกุล เกตุประดิษฐ์. วิเคราะห์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- มณฑณี อินทะนา. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- รัทธา กอญญช่วย. การศึกษามูลของเกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1.
 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.
 อัดสำเนา.
- รัชนี ศรีไพวรรณ. แบบฝึกทักษะวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กนักเรียน ใช้คู่มือครู - แนวคิด และทักษะ
บางประการเกี่ยวกับกลุ่บายการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. พัก 412 - 413
 สำนักงาน เขต 11, 2517.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน.
 กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.
- _____. สถิติวิทยาทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2540.
- _____. หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
- _____. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.
- วรรณถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
 วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสงขลา,
 2522.
- _____. การวิจัยการศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
- วัลลภ กันทรัพย์. การสอนที่เป็นกระบวนการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2534.
- วิเชียร เกตุสิงห์. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : บรรณกิจเทรดดิ้ง, 2518.
- ศิรินันท์ เพชรทองคำและคนอื่น ๆ. จิตวิทยาพัฒนาการและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.,
 2521.
- ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับการสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการ
ศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. การสร้างแบบทดสอบ 2 แบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3
 มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.
- สมนึก มุกดา. ผลการฝึกการรับรู้แบบภาพสองนัยที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และ
ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

สมบุญ ชาติพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2518.

สมพร ประยูรภิตติกุล. ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่มีต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สมเจตน์ ไวยากรณ์. รูปแบบของการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

สวัสดิ์ สุวรรณอักษร. “การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในชุมชน,” มิตรครู. 32 (กรกฎาคม - สิงหาคม 2533):9.

สันติพร ดันติหาชัย. ความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพที่วัดได้จากแบบทดสอบปฏิบัติจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4,5 และ 6 ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสตูล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

สุชาติ ลีตระกูล. องค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

สุพล บุญทรง. จิตวิทยาพัฒนาการ. ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

สุมาลี จันทร์ชลอ. ผลการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

สุรินทร์ ลวนทอง. ผลของการฝึกสมรรถภาพสมองที่มีต่อทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

สุเทพ จิตรชื่น. ผลของการฝึกสมรรถภาพด้านประสาทสัมผัสโดยใช้รูปภาพเป็นสื่อต่อความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

อังคณา สายยศ. “การวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบ,” การวัดผลการศึกษา. 14 (43) : พฤษภาคม - สิงหาคม 2536.

อัจฉรา ชีวพันธ์. กิจกรรมการเล่นประกอบการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2530.

- เอนก เพียรอนุกุลบุตร. การสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2527.
- อาภา ถนัดช่าง. "การสอนแบบแก้ปัญห," วารสารแนะแนว. 25 (135) : 15 - 23 ; มิถุนายน - กรกฎาคม, 2534.
- อารี พันธุ์ณี. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ, 2534.
- อุดมศักดิ์ นาคี. ผลของการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ข้อความ ตัดกระดาษ ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- อุบลรัตน์ เพ็งสถิตย์. จิตวิทยาพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 5, ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2528.
- Aiken, Lewis R. Psychological Testiny and Assessment. Allyn and Bacon, Inc., Third Printing 1977.
- Anastasi, Anne. Psychological Testing. London : The Macmillan Company, Colliar-Macmillan Ltd, 1961.
- _____. Psychological Testing. 2 nd ed. New York : The Macmillan Company, 1971.
- Anderson, P.S. Language Skills in Elementary Education. 9th ed. New York : Macmillan company, 1963.
- Baron, Frank. Creative Person and Creative Process. New York : Holf, Rinehart and Winston, 1953.
- Ben - Haim, David. "spatial Visualization : Sex Differences, Grad Level Differences and the Effect of Instrucion on the Performance and Atitudees of Midle School Boys and Girls," Dissertration Abstracts International. 43 : 2914 - A ; March, 1983.
- Bernett, J.A. and Orther. Teachers' Handbook 2. Middlesex Penqein Book Ltd, 1969.
- Bingham, Walter Ven Dyke, Aplitudes and Aptitude Testing, Harper Brothers Publishers, New York, 1973.
- Brown, R.E. and Johnson , Philip G. "Education for The Talented in Mathematics and Sciences," Rulletin office of Education. Washington, 1513-4, 1965.

Conbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3 rd ed., New York, Harper and row
Publisher, 1970

Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York, American Book Company, 1959.

Guilford. J.P. The nature of Intelligence. New York:McGraw-Itill. Inc., 1967

Hilgard, E.R. and Bower, G.H. Theories of Learning. 3rd ed. Avenue South, New York :
Merdith Publish Company, 1960

Mednick,MarTha T. Research in Personality, ed. New York : Holf, Rinehart and
Winston, 1963

Moskowitz Marles and J. and Arther R. Orgel, General Psychology. Boston, Houghtion
Mifflin Company , 1969.

Ord, I.G. Mental tests for Pre-literates. London, Jacarands press, 1970.

Rannucci, Ernest R. "The Role of the Space Perception in The Teaching Mathematie,"
Bulletin of the International Study Group for Mathe. Matin Learning.
11 : 19 - 23, October, 1964.

Smith, Mac Farlane. Spatial Ability. London, University of London Press, Ltd., 1964.

Stanley Ahmann, J. Test Student Achivement and Aptitude. New Delhi, Prentic-Hallof
India (Private) Ltd, 1965

Thurstone, L. L. Primary Mantal Ability. Cicago Illionis : The University of
Chicago, Press, 1958.

Tucker, A.C. Evaluating Begining Texbook. English Teaching Forum 6 (September-October,
1969) : 10.

ภาคผนวก

ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบต่อภาพ : ชุดที่ 1

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่จะต้องนำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้ แล้วเกิดเป็นรูปทรงเรขาคณิตตามที่กำหนด

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้อเวลาในการฝึก 30 นาที

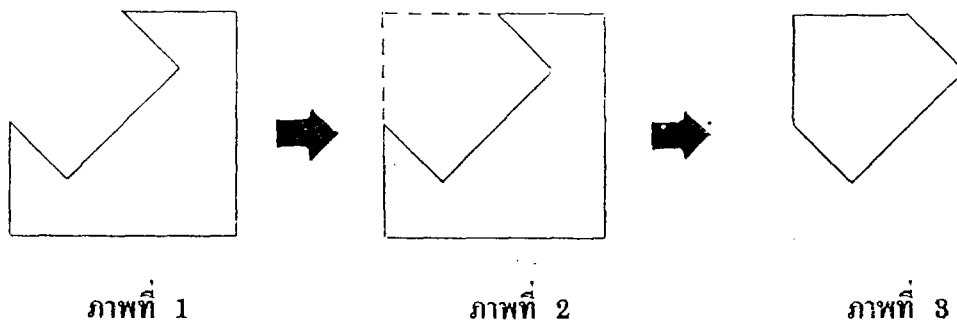
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเติมภาพที่มีลักษณะอย่างไรลงไปจึงจะทำให้ภาพที่กำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสที่สมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

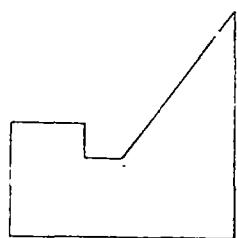
ภาพที่ 2 ลากเส้นต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส โดยใช้เส้นประ

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่จะนำมาต่อให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสที่สมบูรณ์ ในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดเฉพาะส่วนที่จะนำมาต่อเท่านั้น

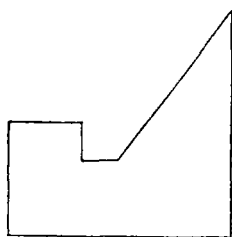
ตัวอย่าง



1.



ภาพที่ 1

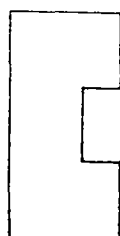


ภาพที่ 2

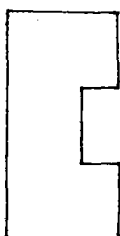


ภาพที่ 3

2.



ภาพที่ 1

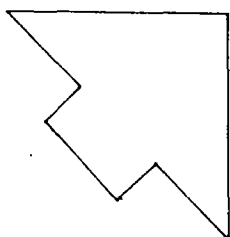


ภาพที่ 2

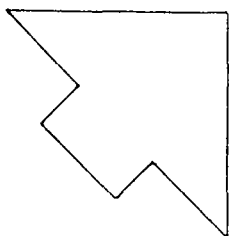


ภาพที่ 3

3.



ภาพที่ 1

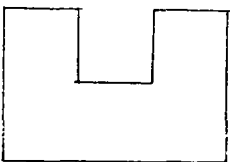


ภาพที่ 2

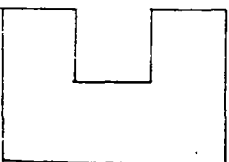


ภาพที่ 3

4.



ภาพที่ 1

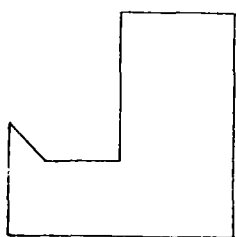


ภาพที่ 2

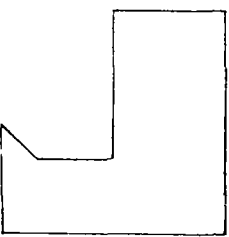


ภาพที่ 3

5.



ภาพที่ 1

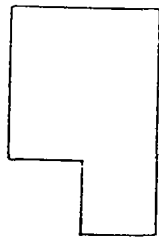


ภาพที่ 2

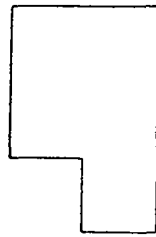


ภาพที่ 3

6.



ภาพที่ 1

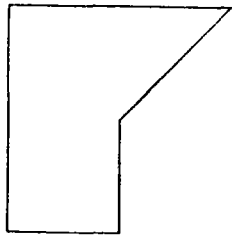


ภาพที่ 2

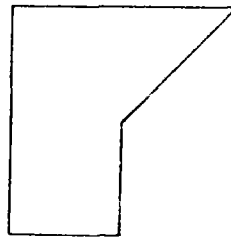


ภาพที่ 3

7.



ภาพที่ 1

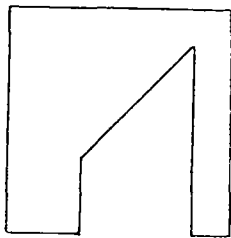


ภาพที่ 2

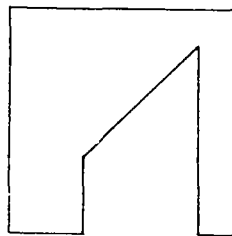


ภาพที่ 3

8.



ภาพที่ 1

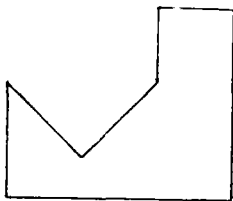


ภาพที่ 2

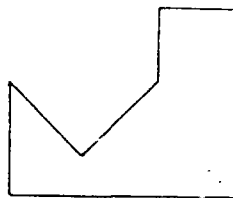


ภาพที่ 3

9.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบต่อภาพ : ชุดที่ 2

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่จะต้องนำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้ แล้วเกิดเป็นรูปทรงเรขาคณิตตามที่กำหนด

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้อเวลาในการฝึก 30 นาที

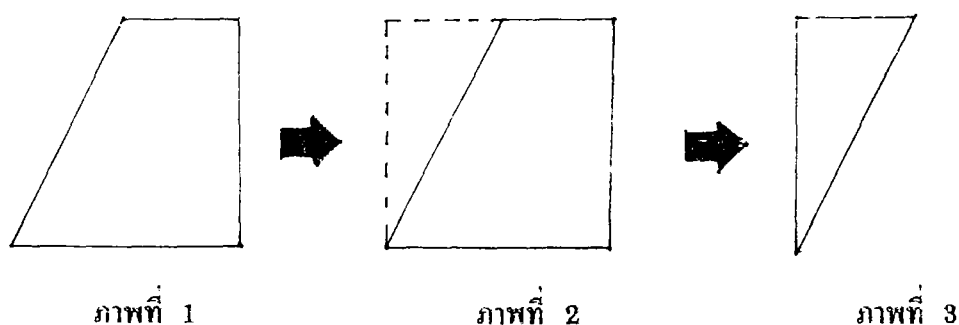
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเติมภาพที่มีลักษณะอย่างไรลงไปจึงจะทำให้ภาพที่กำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

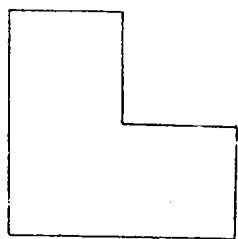
ภาพที่ 2 ลากเส้นต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้เส้นประ

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่จะนำมาต่อให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่สมบูรณ์ ในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดเฉพาะส่วนที่จะนำมาต่อเท่านั้น

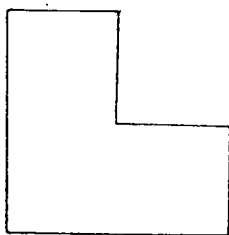
ตัวอย่าง



1.



ภาพที่ 1

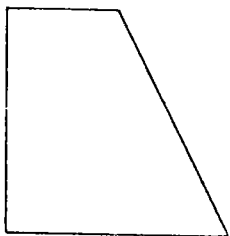


ภาพที่ 2

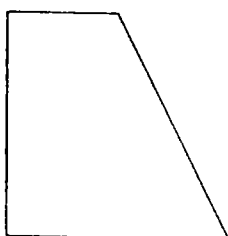


ภาพที่ 3

2.



ภาพที่ 1

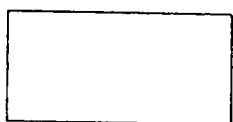


ภาพที่ 2

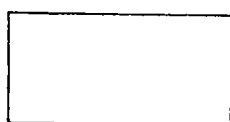


ภาพที่ 3

3.



ภาพที่ 1

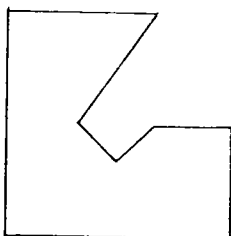


ภาพที่ 2

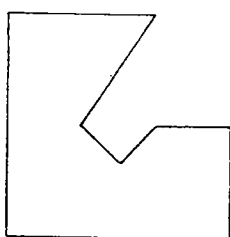


ภาพที่ 3

4.



ภาพที่ 1

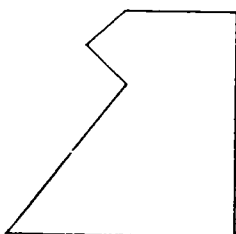


ภาพที่ 2

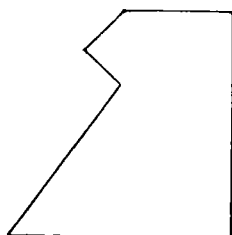


ภาพที่ 3

5.



ภาพที่ 1

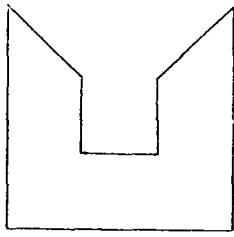


ภาพที่ 2

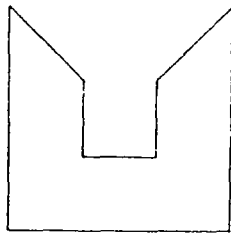


ภาพที่ 3

6.



ภาพที่ 1

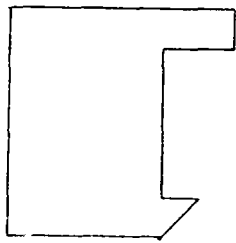


ภาพที่ 2

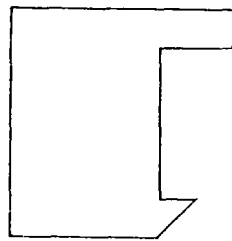


ภาพที่ 3

7.



ภาพที่ 1

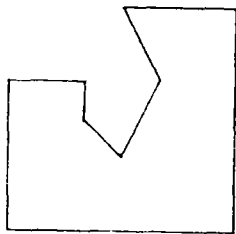


ภาพที่ 2

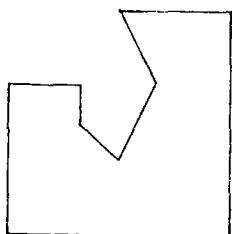


ภาพที่ 3

8.



ภาพที่ 1

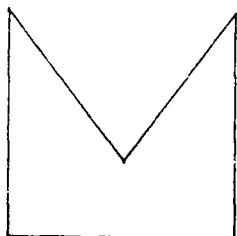


ภาพที่ 2

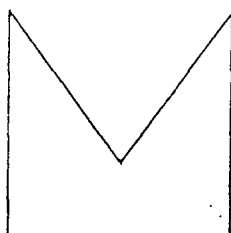


ภาพที่ 3

9.



ภาพที่ 1

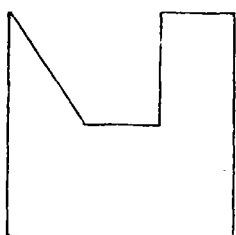


ภาพที่ 2

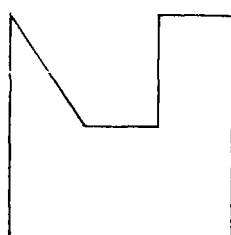


ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบต่อภาพ : ชุดที่ 3

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่จะต้องนำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้ แล้วเกิดเป็นรูปทรงเรขาคณิตตามที่กำหนด

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที

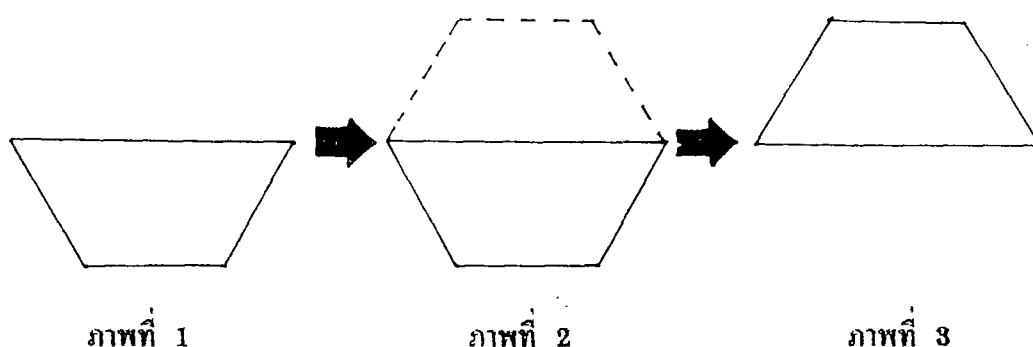
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเติมภาพที่มีลักษณะอย่างไรลงไปจึงจะทำให้ภาพที่กำหนดให้เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

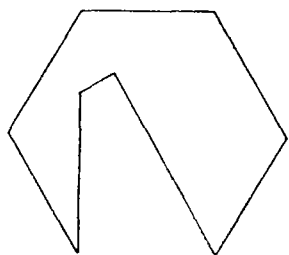
ภาพที่ 2 ลากเส้นต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปหกเหลี่ยม โดยใช้เส้นประ

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่จะนำมาต่อให้เกิดเป็นรูปหกเหลี่ยมที่สมบูรณ์ ในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดเฉพาะส่วนที่จะนำมาต่อเท่านั้น

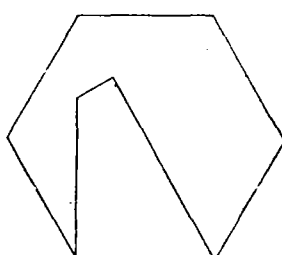
ตัวอย่าง



1.



ภาพที่ 1

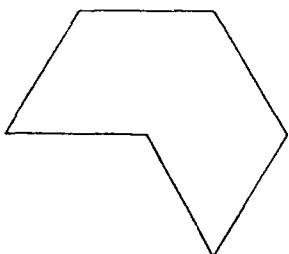


ภาพที่ 2

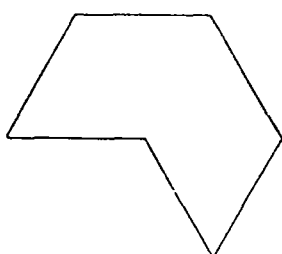


ภาพที่ 3

2.



ภาพที่ 1

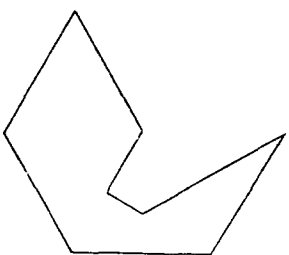


ภาพที่ 2

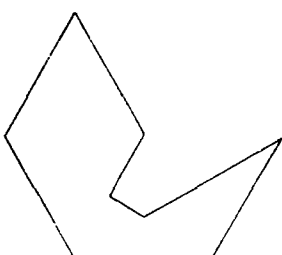


ภาพที่ 3

3.



ภาพที่ 1

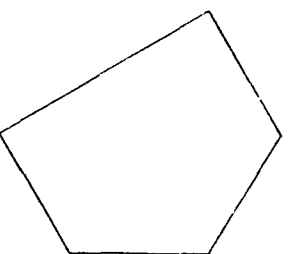


ภาพที่ 2

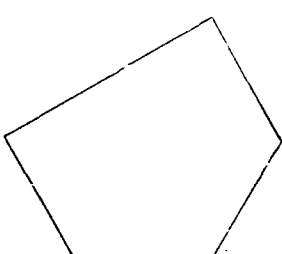


ภาพที่ 3

4.



ภาพที่ 1

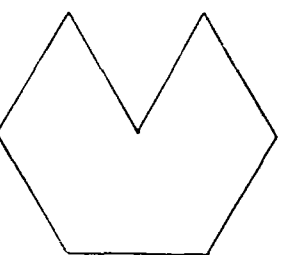


ภาพที่ 2

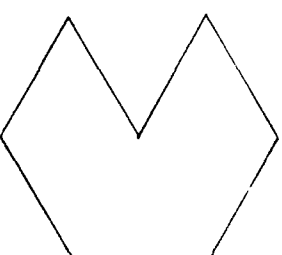


ภาพที่ 3

5.



ภาพที่ 1

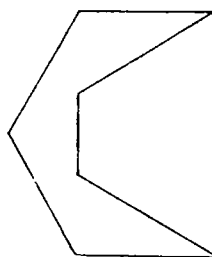


ภาพที่ 2

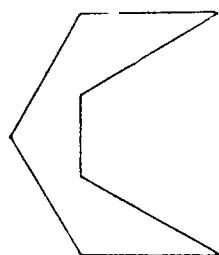


ภาพที่ 3

6.



ภาพที่ 1

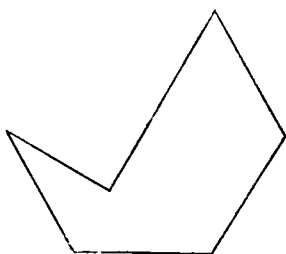


ภาพที่ 2

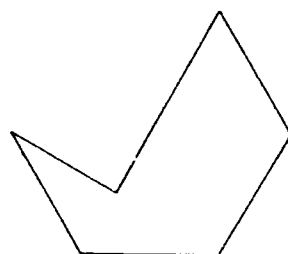


ภาพที่ 3

7.



ภาพที่ 1

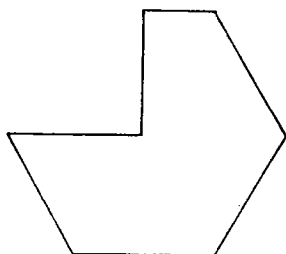


ภาพที่ 2

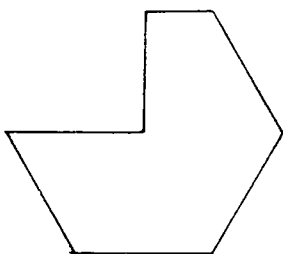


ภาพที่ 3

8.



ภาพที่ 1

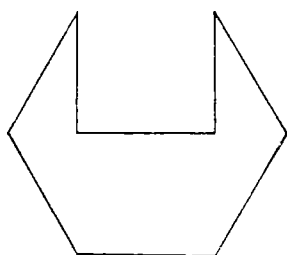


ภาพที่ 2

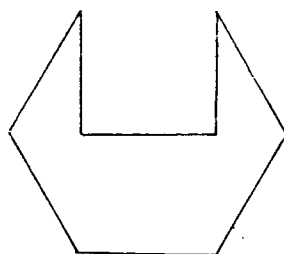


ภาพที่ 3

9.



ภาพที่ 1

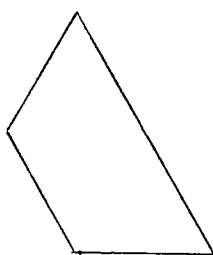


ภาพที่ 2

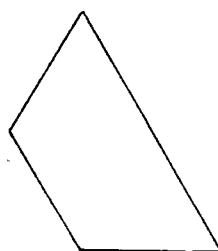


ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบต่อภาพ : ชุดที่ 4

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่จะต้องนำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้ แล้วเกิดเป็นรูปทรงเรขาคณิตตามที่กำหนด

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที

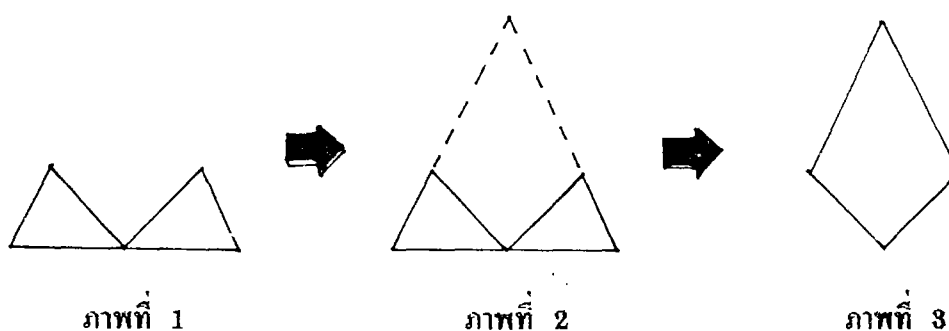
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเติมภาพที่มีลักษณะอย่างไรลงไปจึงจะทำให้ภาพที่กำหนดให้เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

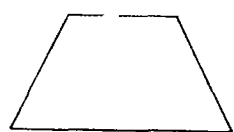
ภาพที่ 2 ลากเส้นต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยขีดเส้นประ

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่จะนำมาต่อให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยม ในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดเฉพาะส่วนที่จะนำมาต่อเท่านั้น

ตัวอย่าง



1.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

2.



ภาพที่ 1

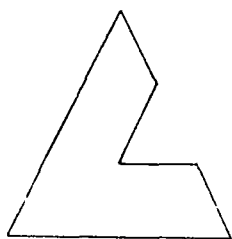


ภาพที่ 2

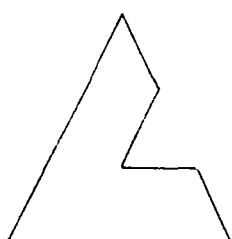


ภาพที่ 3

3.



ภาพที่ 1

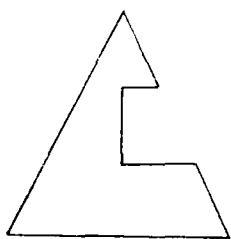


ภาพที่ 2

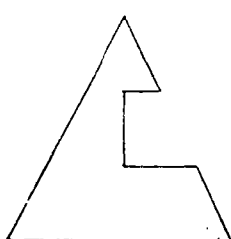


ภาพที่ 3

4.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

5.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2

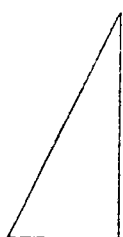


ภาพที่ 3

6.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

7.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

8.



ภาพที่ 1

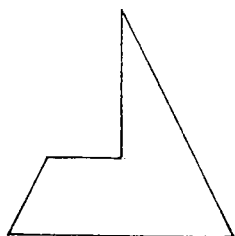


ภาพที่ 2

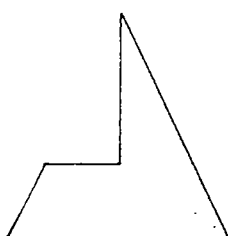


ภาพที่ 3

9.



ภาพที่ 1

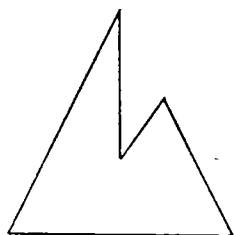


ภาพที่ 2

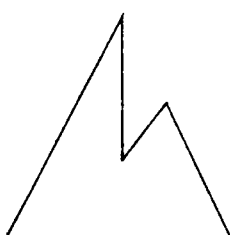


ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1

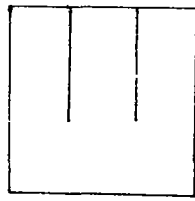


ภาพที่ 2

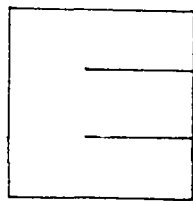


ภาพที่ 3

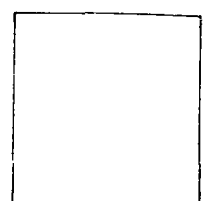
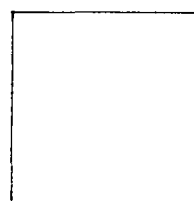
1.



ภาพที่ 1

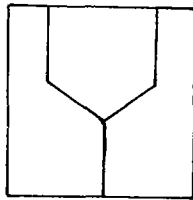


ภาพที่ 2

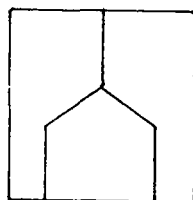


ภาพที่ 3

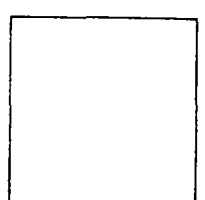
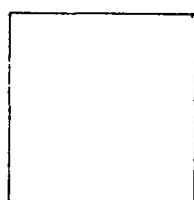
2.



ภาพที่ 1

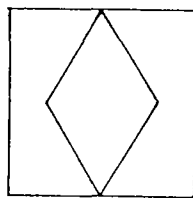


ภาพที่ 2

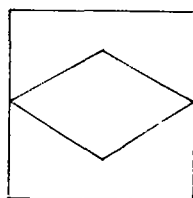


ภาพที่ 3

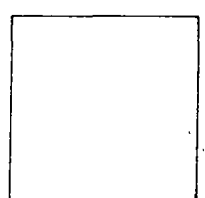
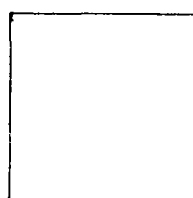
3.



ภาพที่ 1

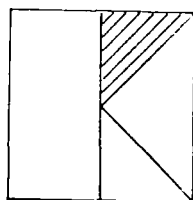


ภาพที่ 2

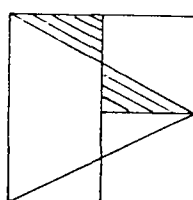


ภาพที่ 3

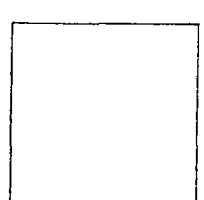
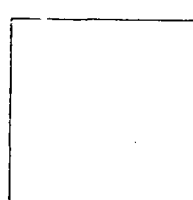
4.



ภาพที่ 1

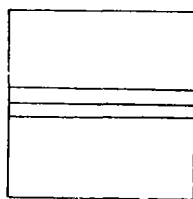


ภาพที่ 2

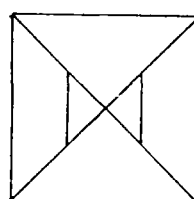


ภาพที่ 3

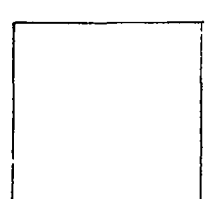
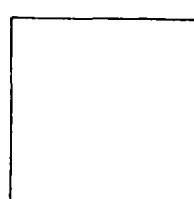
5.



ภาพที่ 1

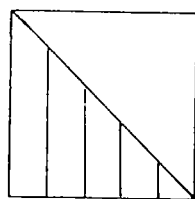


ภาพที่ 2

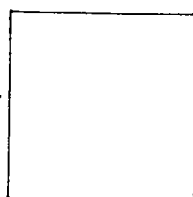
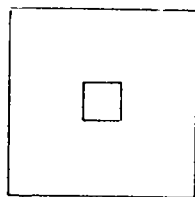


ภาพที่ 3

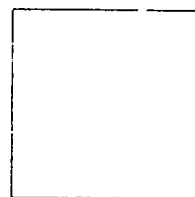
6.



ภาพที่ 1

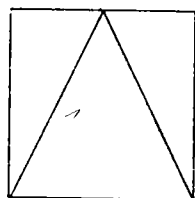


ภาพที่ 2

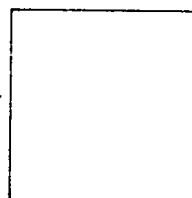
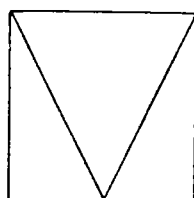


ภาพที่ 3

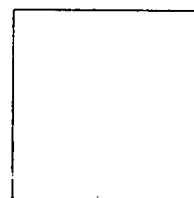
7.



ภาพที่ 1

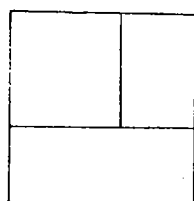


ภาพที่ 2

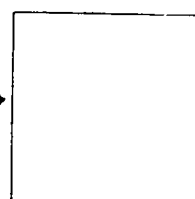
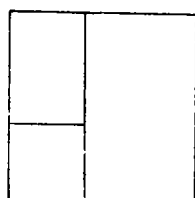


ภาพที่ 3

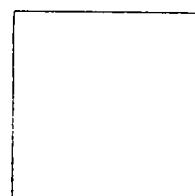
8.



ภาพที่ 1

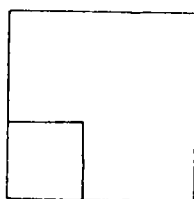


ภาพที่ 2

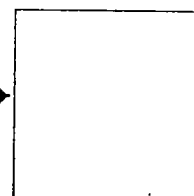
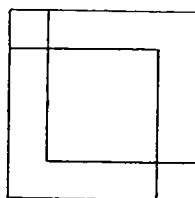


ภาพที่ 3

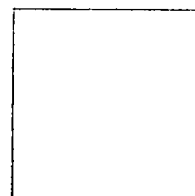
9.



ภาพที่ 1

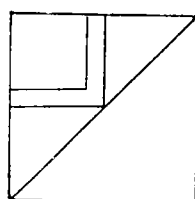


ภาพที่ 2

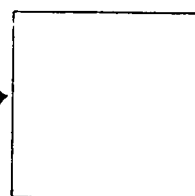
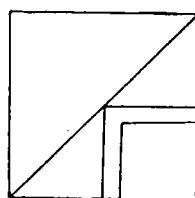


ภาพที่ 3

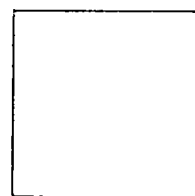
10.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบซ้อนภาพ : ชุดที่ 2

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการนำภาพกำหนดให้มาซ้อนทับกันแล้วจะเกิดภาพที่มีลักษณะอย่างไร

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที

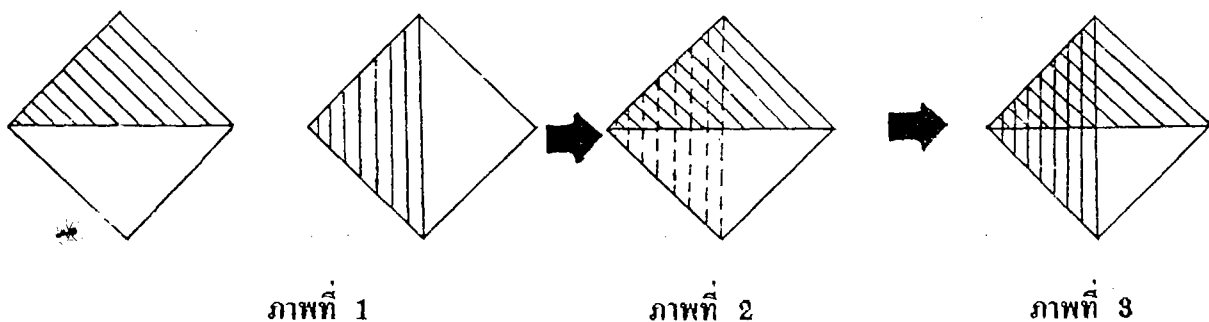
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าเมื่อนำภาพที่กำหนดให้ทั้งสองภาพมาซ้อนทับกัน / จะเกิดภาพที่มีลักษณะอย่างไร โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ

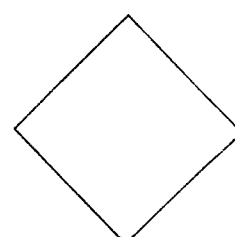
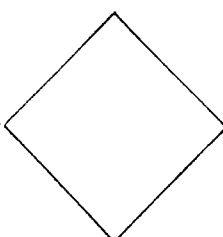
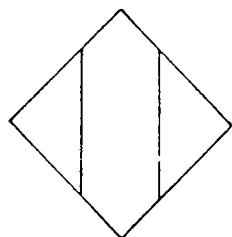
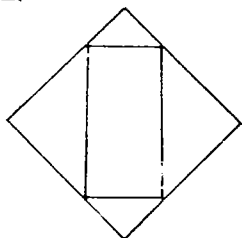
ภาพที่ 2 ให้นักเรียนวาดลายของภาพที่กำหนดให้ทั้ง 2 ภาพในกรอบเดียวกัน โดยวาดลายที่เกิดจากภาพแรกโดยใช้เส้นทึบ และวาดลายที่เกิดจากภาพที่สองโดยใช้เส้นประ หรือสีที่แตกต่างกัน

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่เกิดจากการซ้อนกันในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดภาพทั้งหมดอีกครั้งในกรอบที่กำหนด

ตัวอย่าง



1.

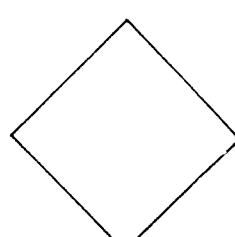
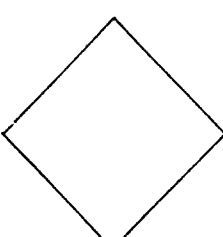
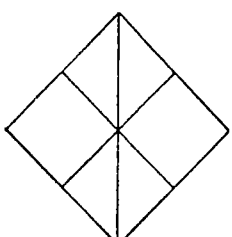
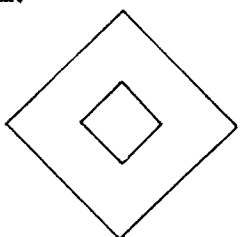


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

2.

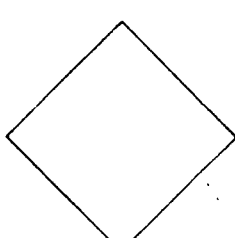
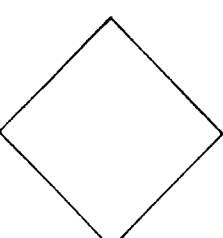
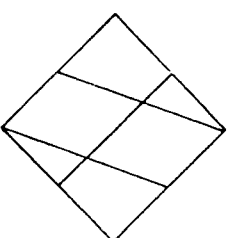
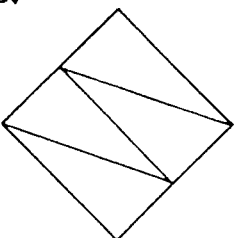


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

3.

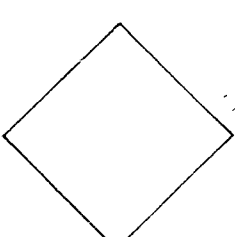
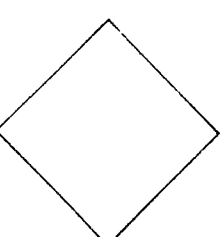
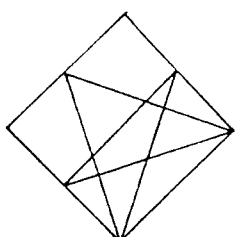
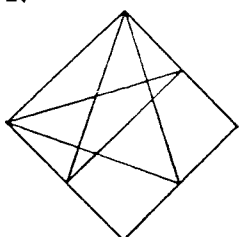


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

4.

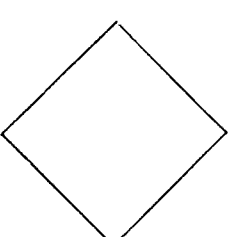
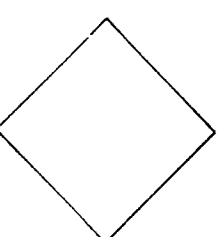
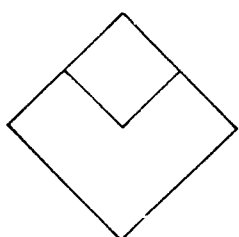
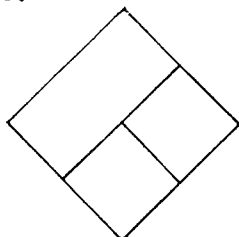


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

5.

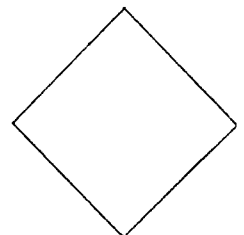
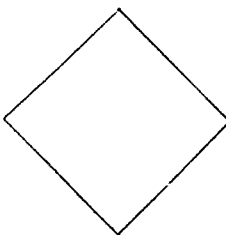
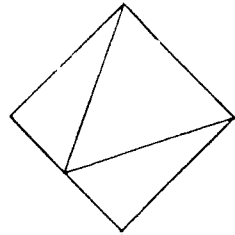
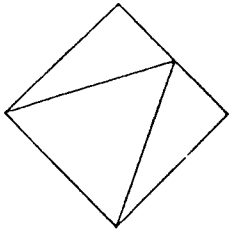


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

6.

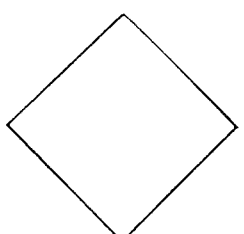
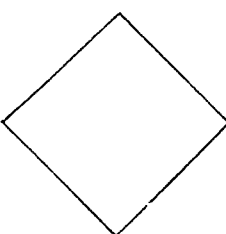
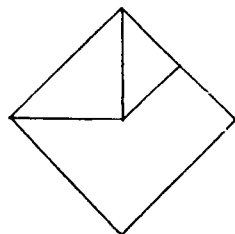
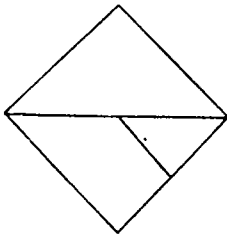


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

7.

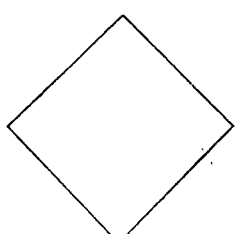
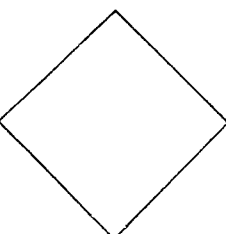
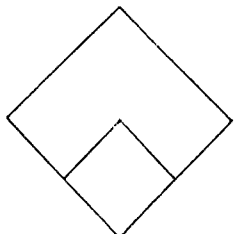
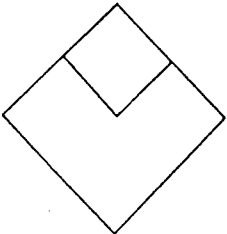


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

8.

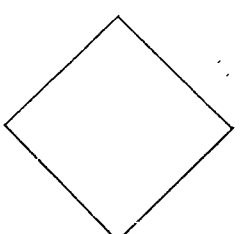
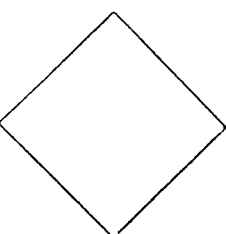
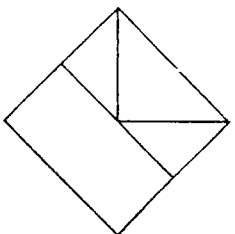
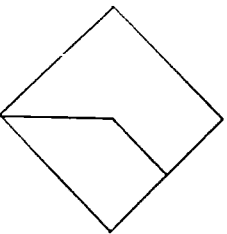


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

9.

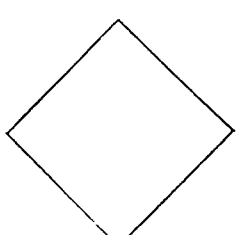
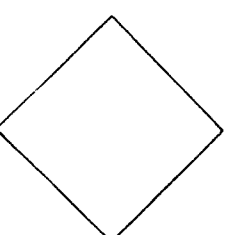
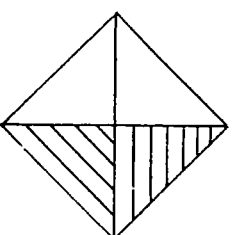
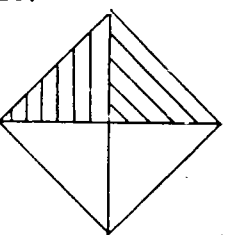


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบซ้อนภาพ : ชุดที่ 3

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการนำภาพที่กำหนดให้มาซ้อนทับกันแล้วจะเกิดภาพที่มีลักษณะอย่างไร

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที

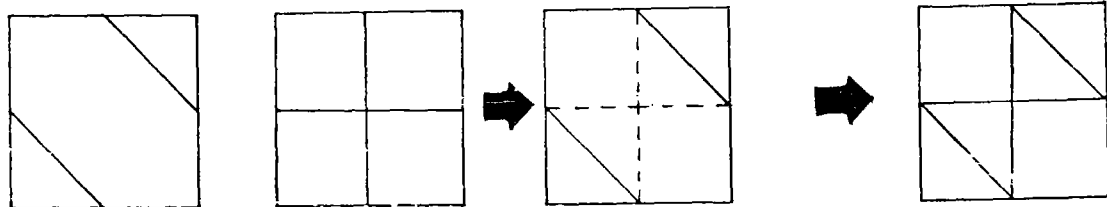
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าเมื่อนำภาพที่กำหนดให้ทั้งสองภาพมาซ้อนทับกัน จะเกิดภาพที่มีลักษณะอย่างไร โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ

ภาพที่ 2 ให้นักเรียนวาดลายของภาพที่กำหนดให้ทั้ง 2 ภาพในกรอบเดียวกัน โดยวาดลายที่เกิดจากภาพแรกโดยใช้เส้นทึบ และวาดลายที่เกิดจากภาพที่สองโดยใช้เส้นประ หรือสีที่แตกต่าง

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่เกิดจากการซ้อนกันในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดภาพทั้งหมดอีกครั้งในกรอบที่กำหนด

ตัวอย่าง



ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบซ้อนภาพ : ชุดที่ 4

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยให้นำภาพที่กำหนดให้มาซ้อนทับกันแล้วจะเกิดภาพที่มีลักษณะอย่างไร

2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที

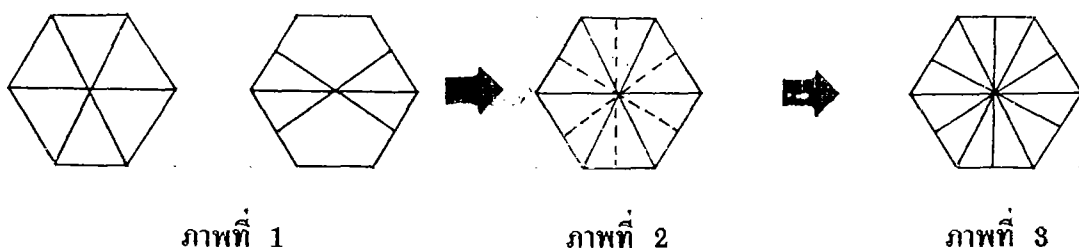
3. ให้นักเรียนพิจารณาว่าเมื่อนำภาพที่กำหนดให้ทั้งสองภาพมาซ้อนทับกัน จะเกิดภาพที่มีลักษณะอย่างไร โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ

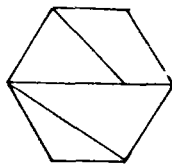
ภาพที่ 2 ให้นักเรียนวาดลายของภาพที่กำหนดให้ทั้ง 2 ภาพในกรอบเดียวกัน โดยวาดลายที่เกิดจากภาพแรกโดยใช้เส้นทึบ และวาดลายที่เกิดจากภาพที่สองโดยใช้เส้นประ หรือสีที่แตกต่าง

ภาพที่ 3 ให้พิจารณาว่าภาพที่เกิดจากการซ้อนกันในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดภาพทั้งหมดอีกครั้งในกรอบที่กำหนด

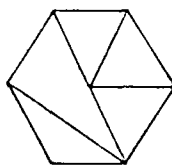
ตัวอย่าง



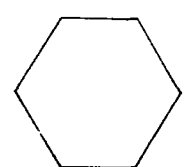
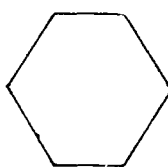
1.



ภาพที่ 1

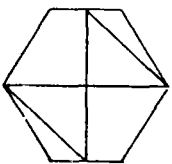


ภาพที่ 2

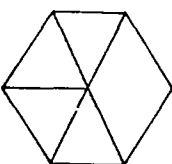


ภาพที่ 3

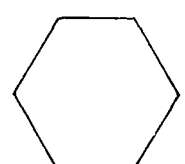
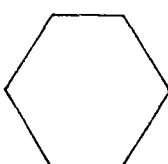
2.



ภาพที่ 1

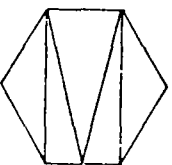


ภาพที่ 2

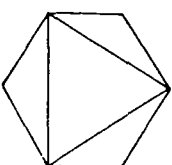


ภาพที่ 3

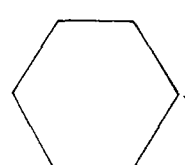
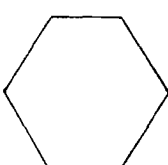
3.



ภาพที่ 1

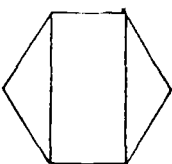


ภาพที่ 2

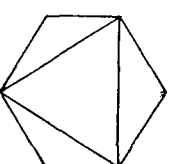


ภาพที่ 3

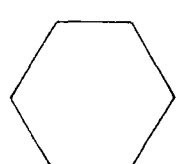
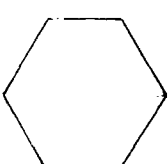
4.



ภาพที่ 1

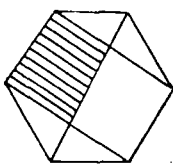


ภาพที่ 2

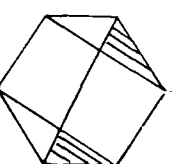


ภาพที่ 3

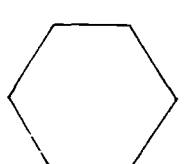
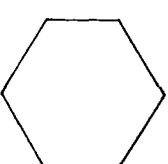
5.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

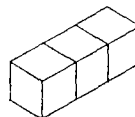
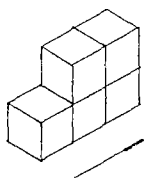
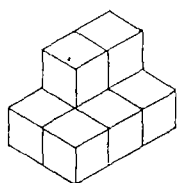
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบนับลูกบาศก์ : ชุดที่ 1

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริม หรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการนำภาพกำหนดภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลาย ๆ แถว แล้วให้นักเรียนฝึกแยก และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. ข้อ 1 - 7 ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ มีลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกันอยู่กี่ลูก แล้วเติมตัวเลขในช่องที่กำหนด
4. ข้อ 8 - 10 ให้นักเรียนฝึกวาดภาพลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกัน ให้แยกจากกันทีละแถว และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้

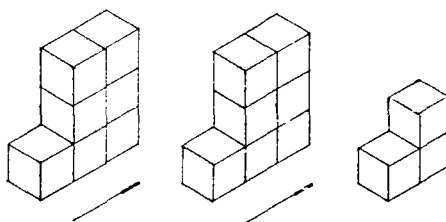
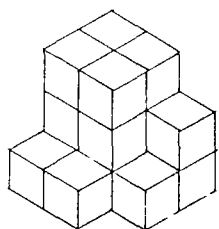
ตัวอย่าง



มีลูกบาศก์.....8.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

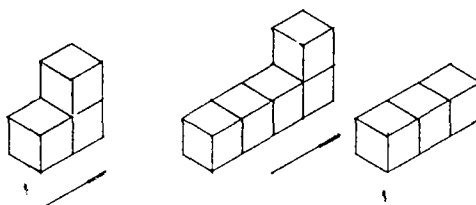
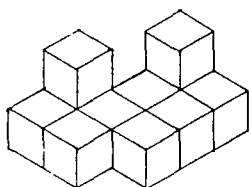
1.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

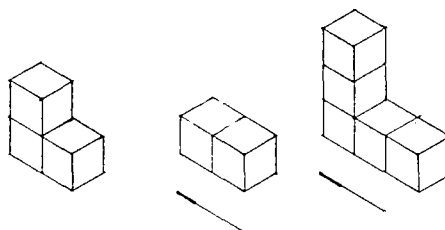
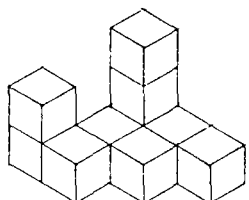
2.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

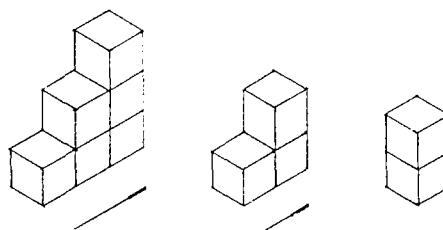
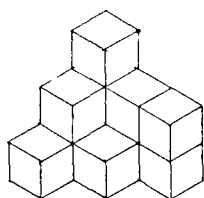
3.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

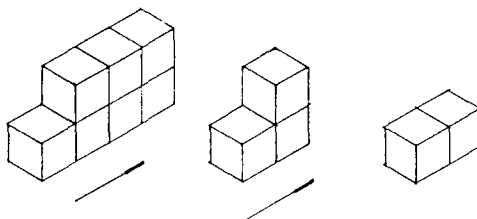
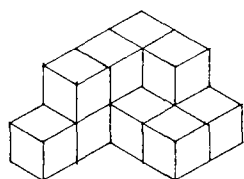
4.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

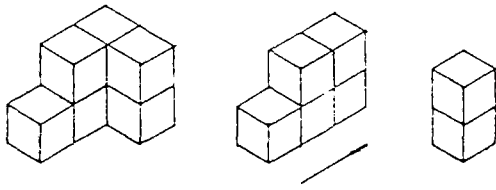
5.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

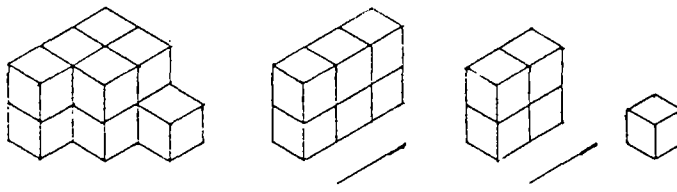
6.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

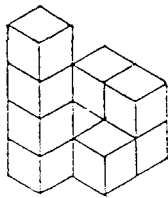
7.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

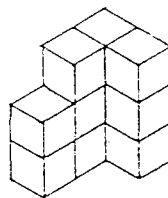
8.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

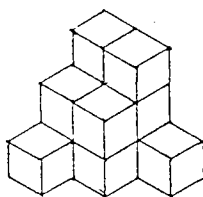
9.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

10.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

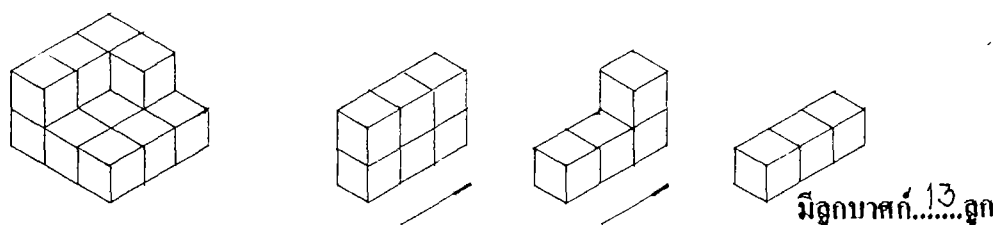
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบนับลูกบาศก์ : ชุดที่ 2

คำชี้แจง

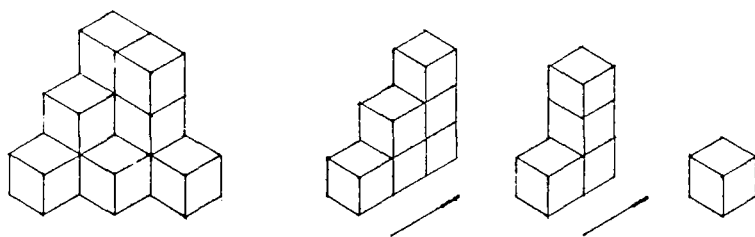
1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริม หรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการนำภาพกำหนดภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลาย ๆ แถว แล้วให้นักเรียนฝึกแยก และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. ข้อ 1 - 5 ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ มีลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกันอยู่กี่ลูก แล้วเติมตัวเลขในช่องที่กำหนด
4. ข้อ 8 - 10 ให้นักเรียนฝึกวาดภาพลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกัน ให้แยกจากกันทีละแถว และจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง



ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

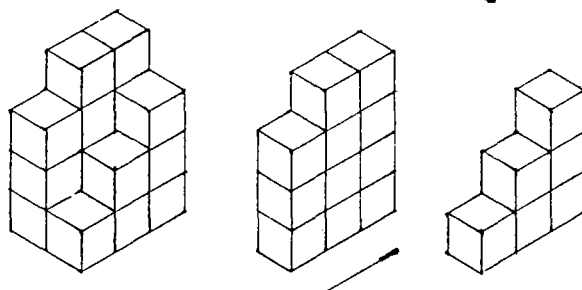
1.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

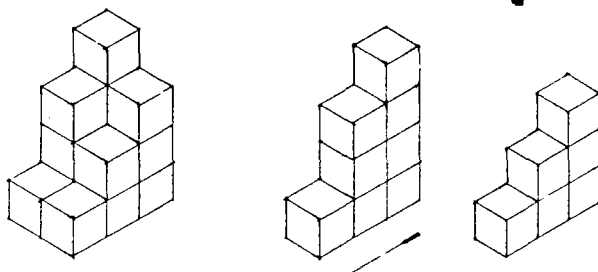
2.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

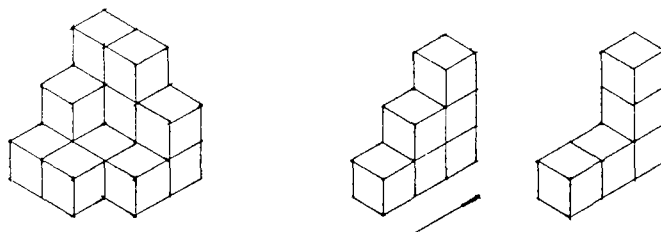
3.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

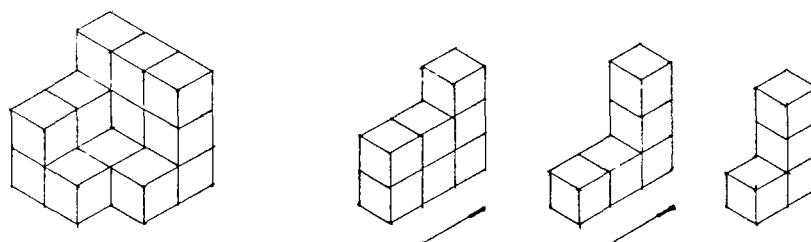
4.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

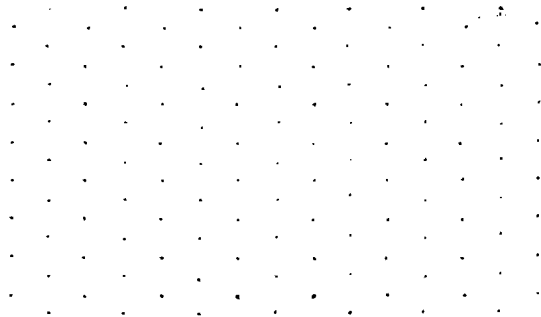
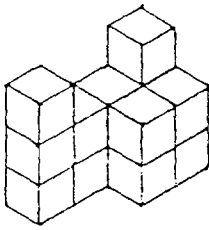
5.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

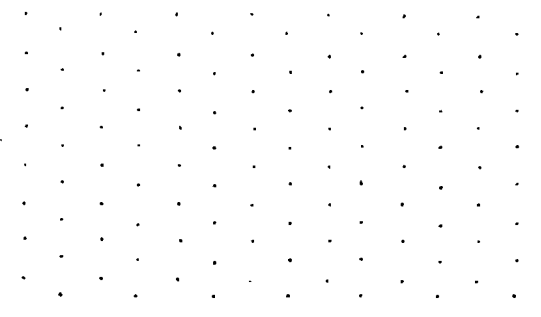
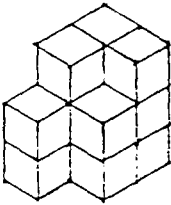
6.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

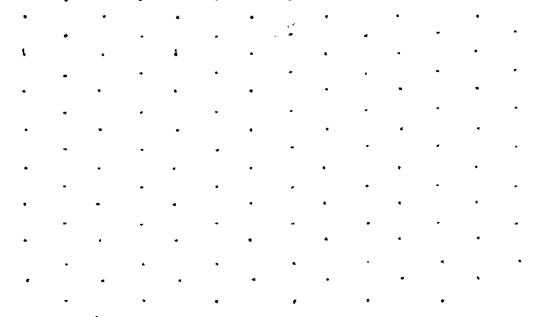
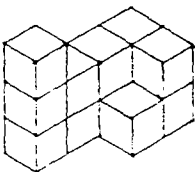
7.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

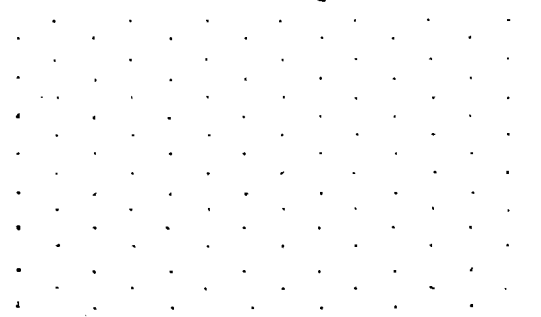
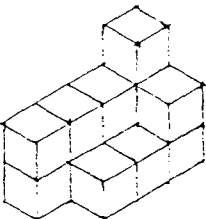
8.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

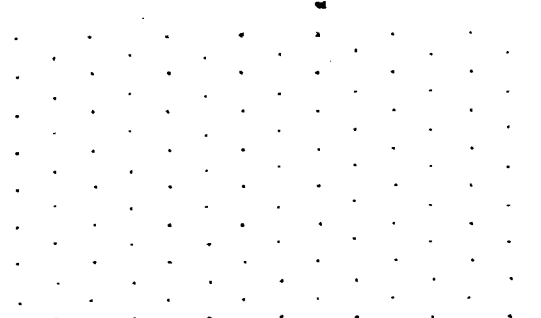
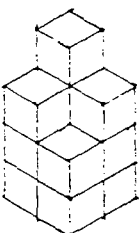
9.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

10.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

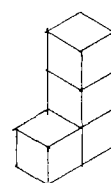
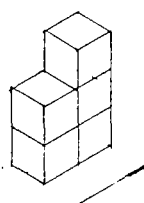
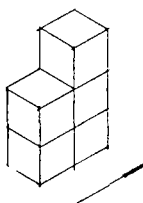
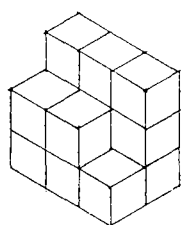
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบนับลูกบาศก์ : ชุดที่ 3

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริม หรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการนำภาพกำหนดภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลาย ๆ แถว แล้วให้นักเรียนฝึกแยก และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. ข้อ 1 - 5 ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ มีลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกันอยู่กี่ลูก แล้วเติมตัวเลขในช่องที่กำหนด
4. ข้อ 6 - 10 ให้นักเรียนฝึกวาดภาพลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกัน ให้แยกจากกันทีละแถว และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้

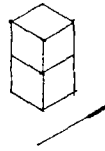
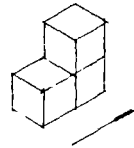
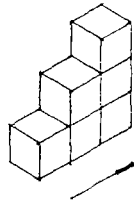
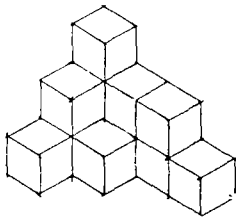
ตัวอย่าง



มีลูกบาศก์ 14 ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

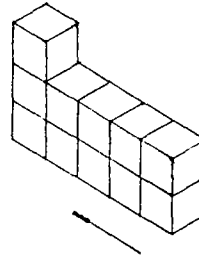
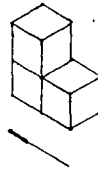
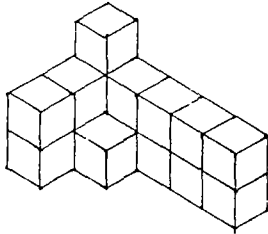
1.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

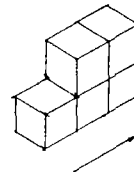
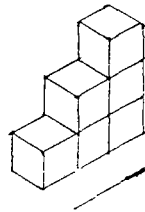
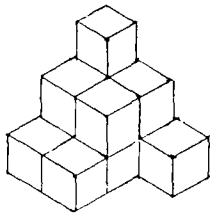
2.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

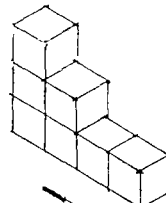
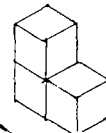
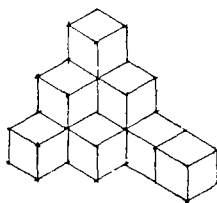
3.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

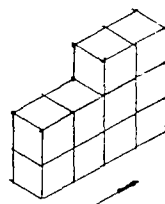
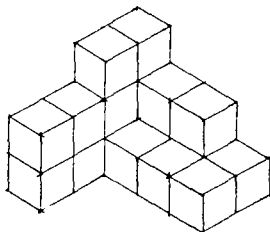
4.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

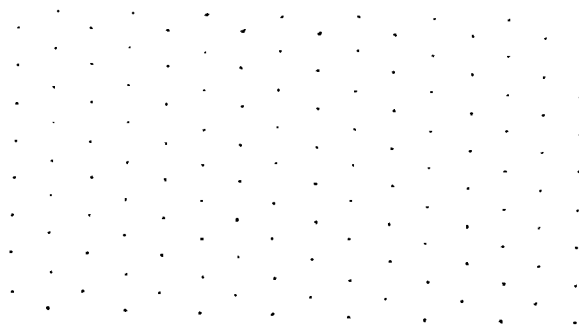
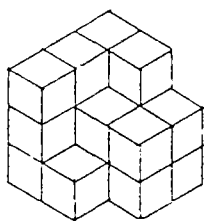
5.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

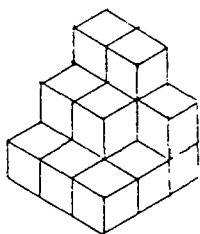
6.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

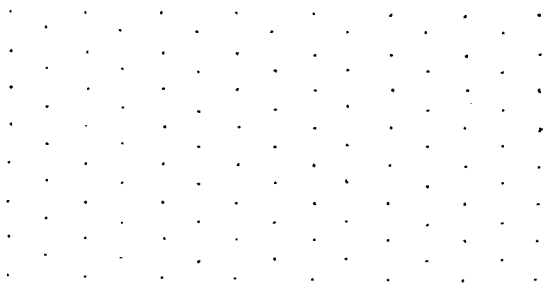
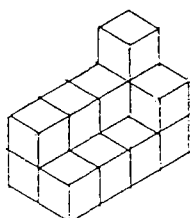
7.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

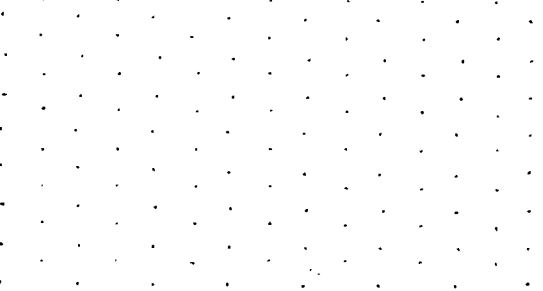
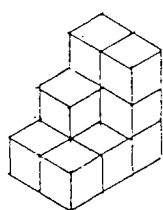
8.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

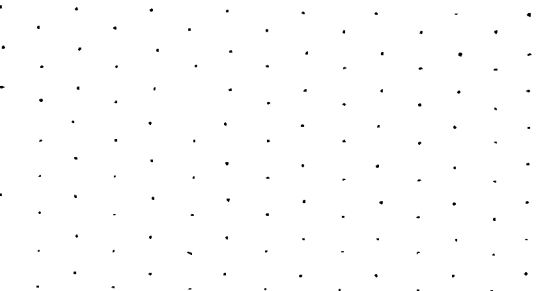
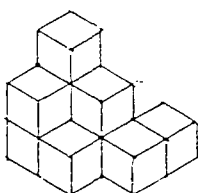
9.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

10.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

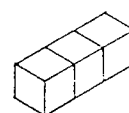
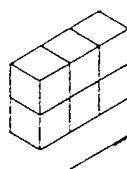
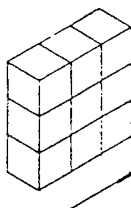
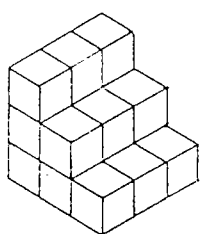
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบนับลูกบาศก์ : ชุดที่ 4

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริม หรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการนำภาพกำหนดภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลาย ๆ แถว แล้วให้นักเรียนฝึกแยก และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. ข้อ 1 - 5 ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ มีลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกันอยู่กี่ลูก แล้วเติมตัวเลขในช่องที่กำหนด
4. ข้อ 6 - 10 ให้นักเรียนฝึกวาดภาพลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกัน ให้แยกจากกันทีละแถว และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้

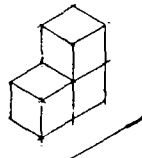
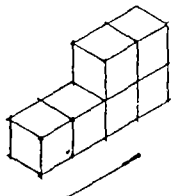
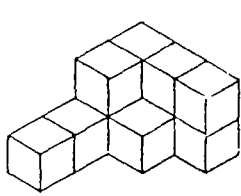
ตัวอย่าง



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

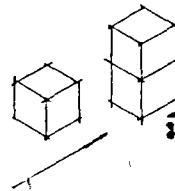
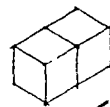
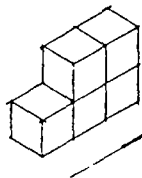
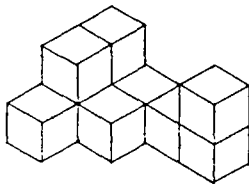
1.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

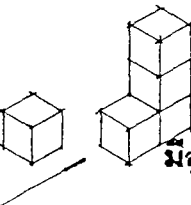
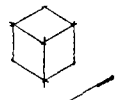
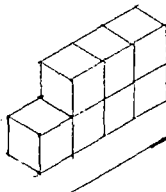
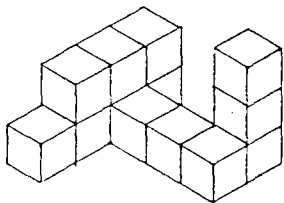
2.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

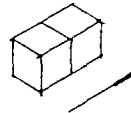
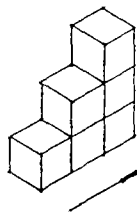
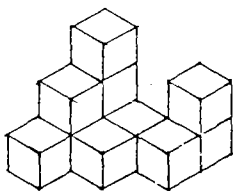
3.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

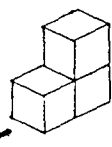
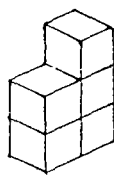
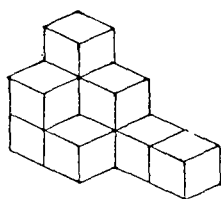
4.



มีลูกบาศก์.....ลูก

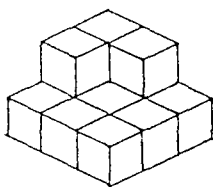
ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

5.



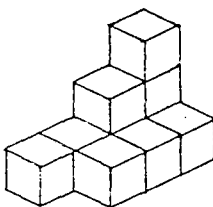
มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว



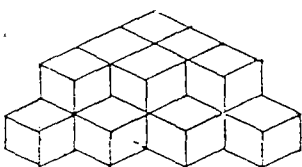
ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

มีลูกบาศก์.....ลูก



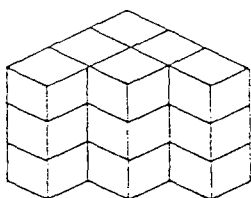
ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

มีลูกบาศก์.....ลูก



ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

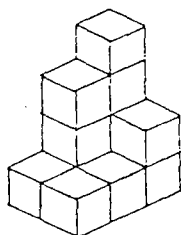
มีลูกบาศก์.....ลูก



ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

มีลูกบาศก์.....ลูก

).



ภาพที่เกิดจากการแยกลูกบาศก์ทีละแถว

มีลูกบาศก์.....ลูก

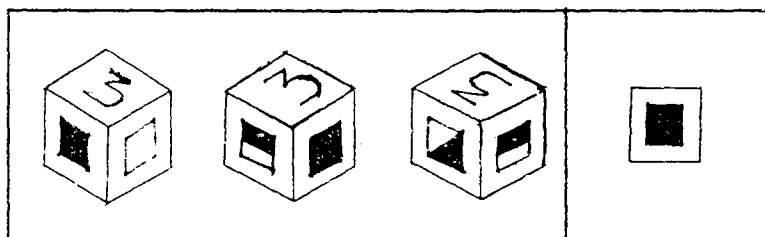
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ : ชุดที่ 1

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่อยู่ตรงข้ามลูกบาศก์ที่กำหนดให้ หลังจากพิจารณาภาพที่แสดงด้านต่าง ๆ ของลูกบาศก์ลูกหนึ่งจำนวน 3 ภาพ
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้อเวลาในการฝึก 30 นาที,
3. เมื่อกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 1 ลูก โดยมีภาพแสดงด้านที่แตกต่างกันของลูกบาศก์จำนวน 3 ภาพ ให้นักเรียนฝึกพิจารณา และฝึกคิดตามแนวคิด และเติมภาพต่าง ๆ ในช่องที่ว่างไว้

ตัวอย่าง

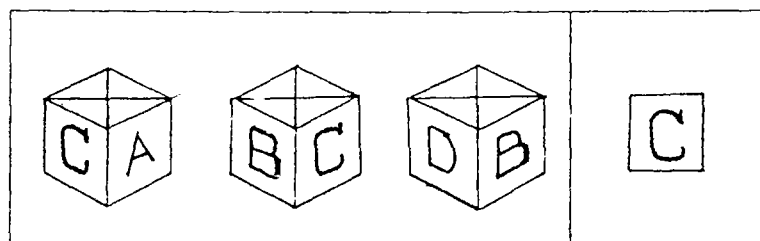


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์จนเห็นหน้าพิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

1.

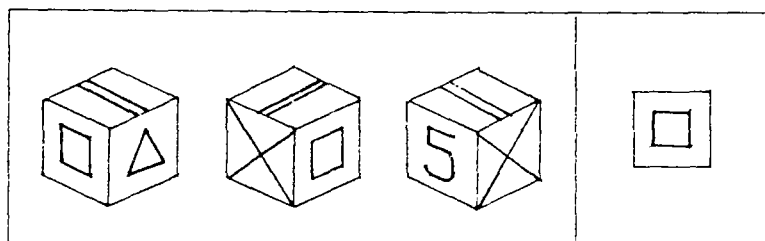


แนวคิด เมื่อยี่ดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

2.

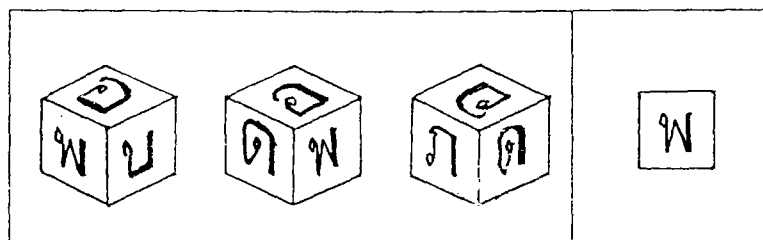


แนวคิด เมื่อยี่ดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

3.

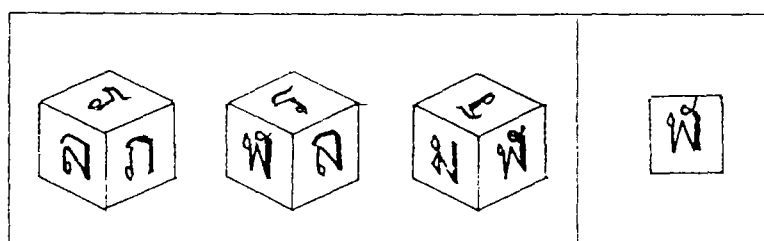


แนวคิด เมื่อยึดด้าน **อ** เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน **บ** อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน **พ** อยู่ตรงข้ามกับด้าน

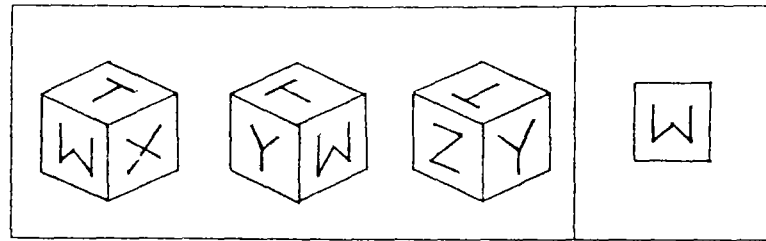
4.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน **จ** เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน **ภ** อยู่ตรงข้ามกับด้าน

5.

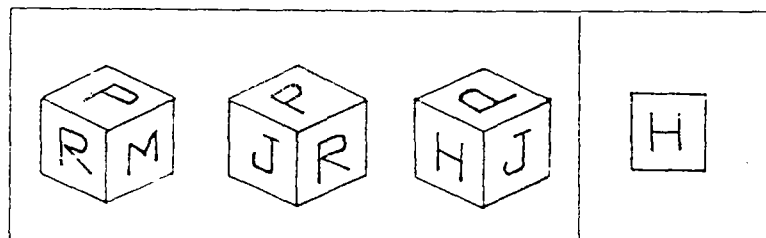


แนวคิด เมื่อยึดด้าน T เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน X อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน W อยู่ตรงข้ามกับด้าน

6.

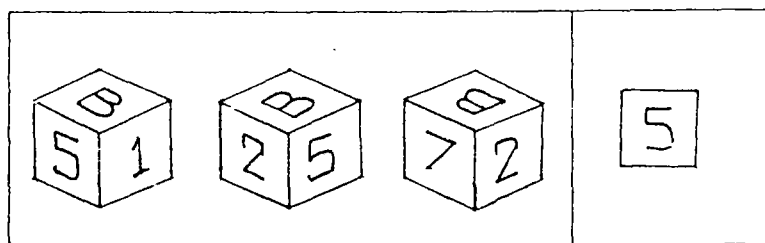


แนวคิด เมื่อยึดด้าน P เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน M อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน H อยู่ตรงข้ามกับด้าน

7.

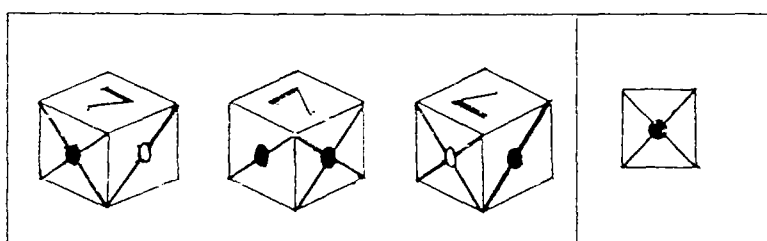


แนวคิด เมื่อยึดด้าน **8** เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน **1** อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน **5** อยู่ตรงข้ามกับด้าน

8.

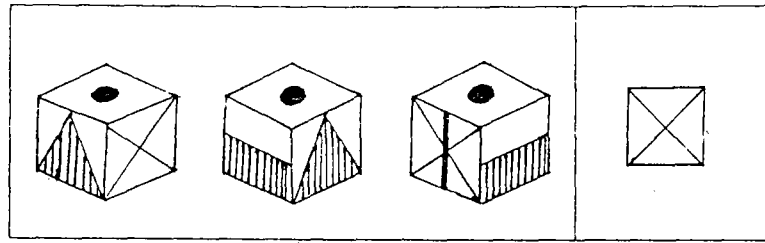


แนวคิด เมื่อยึดด้าน **7** เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน

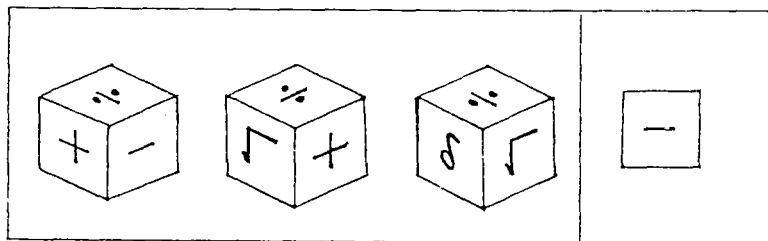
9.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

10.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ทวนเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

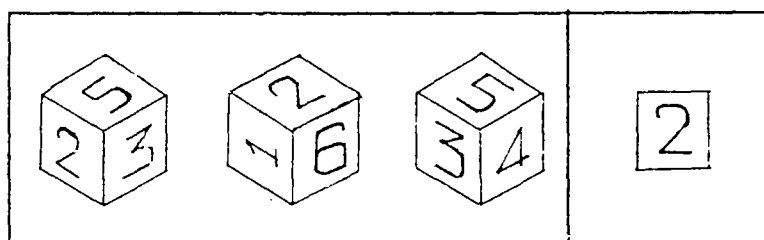
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ : ชุดที่ 2

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่อยู่ตรงข้ามลูกบาศก์ที่กำหนดให้ หลังจากพิจารณาภาพที่แสดงด้านต่าง ๆ ของลูกบาศก์ลูกหนึ่งจำนวน 3 ภาพ
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. เมื่อกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 1 ลูก โดยมีภาพแสดงด้านที่แตกต่างกันของลูกบาศก์จำนวน 3 ภาพ ให้นักเรียนฝึกพิจารณา และฝึกคิดตามแนวคิด และเติมภาพต่าง ๆ ในช่องที่ว่างไว้

ตัวอย่าง

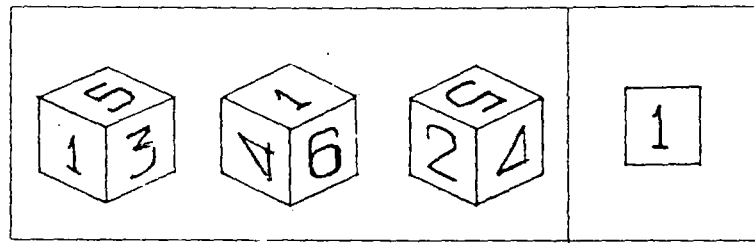


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน 2 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน 5 3

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน 2 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน 1 6

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน 2 คือ 4

1.

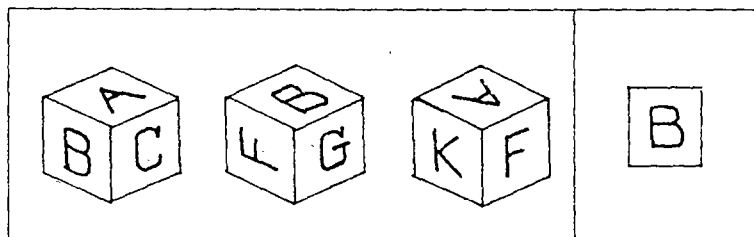


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน 1 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน 1 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน 1 คือ

2.

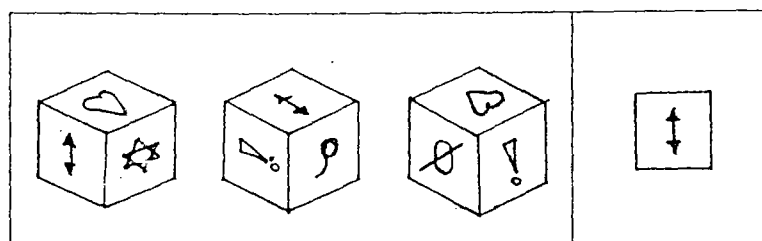


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน B ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน B ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน B คือ

3.



แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน



ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน



จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน



ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน



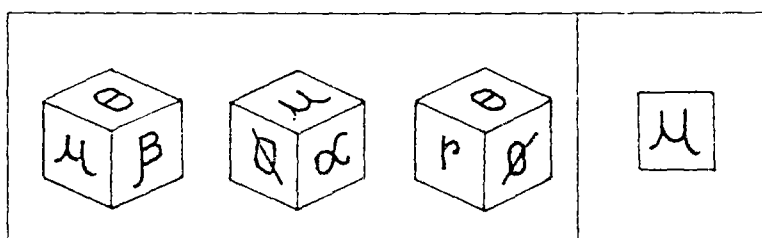
ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน



คือ



4.



แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน



ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน



จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน



ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

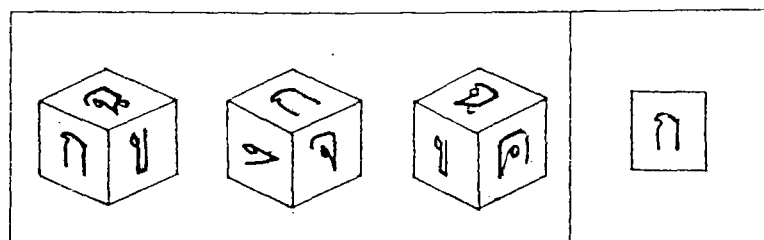


ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน



คือ

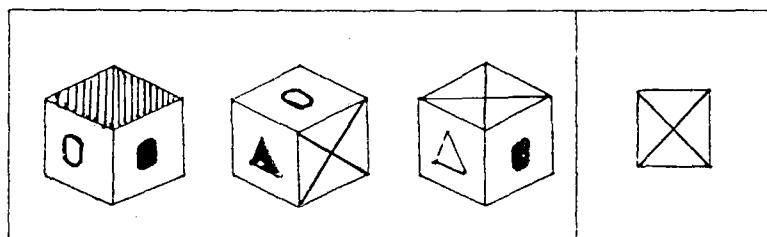




แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

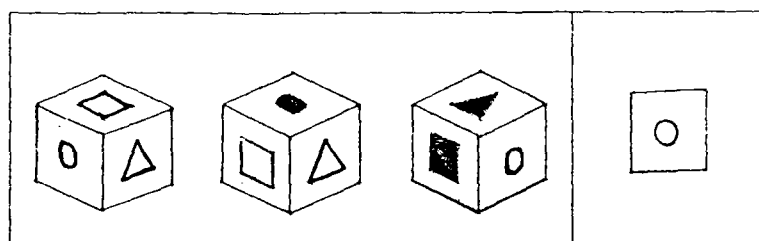
ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน  คือ 



แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

จากลูกบาศก์ลูกที่ 3 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

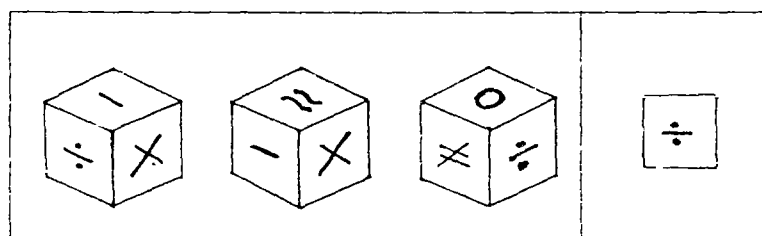
ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน  คือ 



แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

จากลูกบาศก์ลูกที่ 3 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน  คือ 

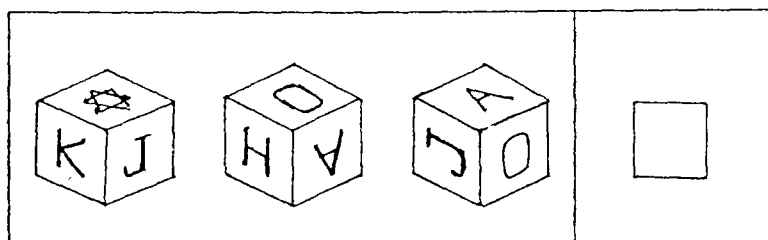


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

จากลูกบาศก์ลูกที่ 3 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน  คือ 

9.

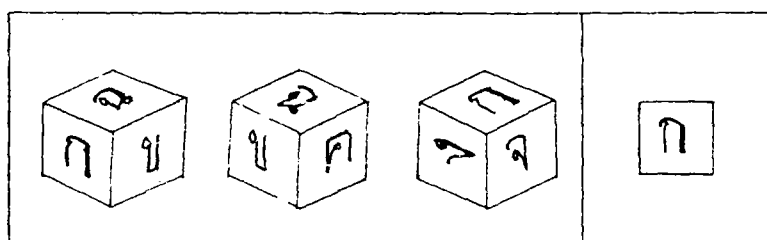


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน J ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 3 ทำให้ทราบว่าด้าน J ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน J คือ

10.



แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน ก ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 3 ทำให้ทราบว่าด้าน ก ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน ก คือ

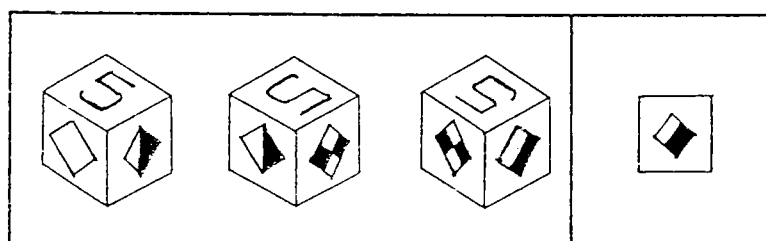
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ : ชุดที่ 3

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่อยู่ตรงข้ามลูกบาศก์ที่กำหนดให้ หลังจากพิจารณาภาพที่แสดงด้านต่าง ๆ ของลูกบาศก์ลูกหนึ่งจำนวน 3 ภาพ
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. เมื่อกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 1 ลูก โดยมีภาพแสดงด้านที่แตกต่างกันของลูกบาศก์จำนวน 3 ภาพ ให้นักเรียนฝึกพิจารณา และฝึกคิดตามแนวคิด และเติมภาพต่าง ๆ ในช่องที่ว่างไว้

ตัวอย่าง

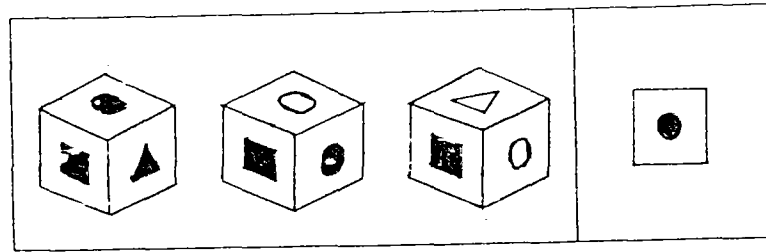


แนวคิด เมื่อขีดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนลูกบาศก์ด้านบนตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

1.

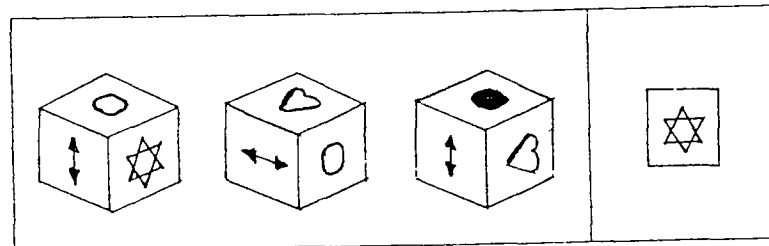


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

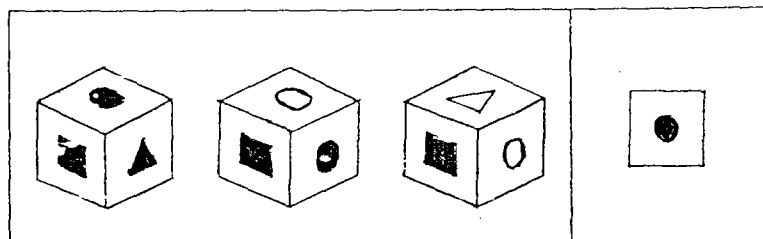
2.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

1.

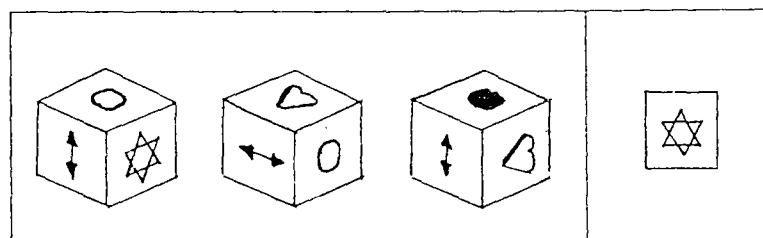


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

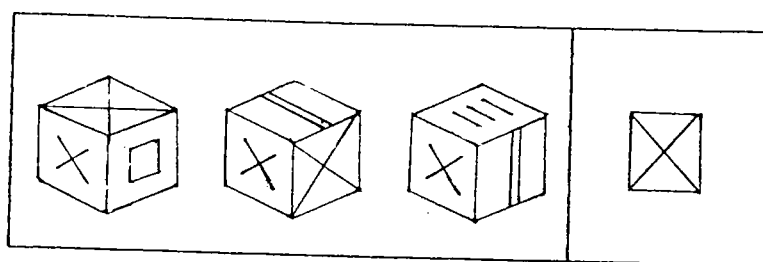
2.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

3.

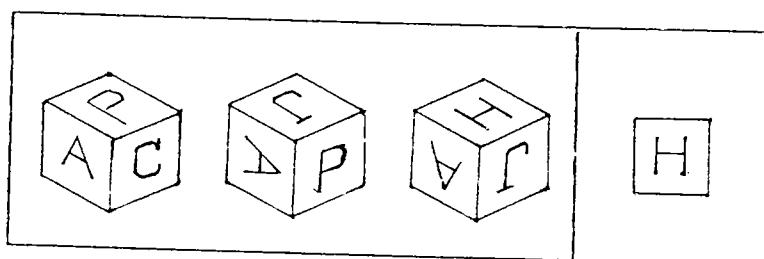


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนดูทิศทางด้านบนตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

4.

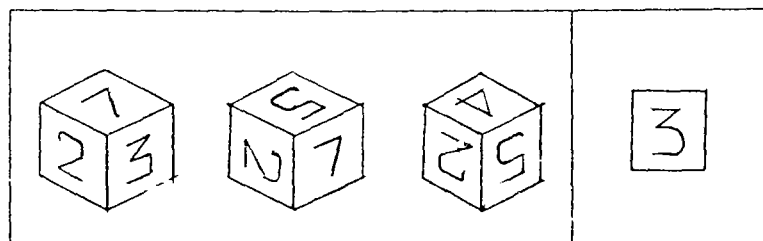


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนดูทิศทางด้านบนตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

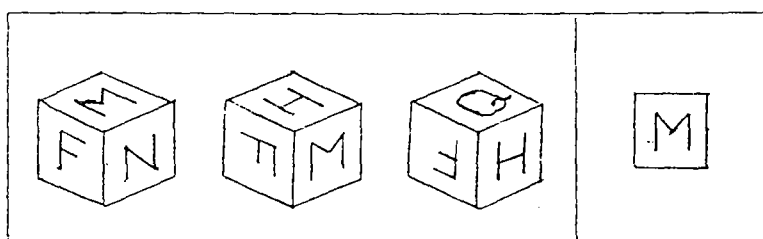
5.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน 2 เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน 3 อยู่ตรงข้ามกับด้าน

6.

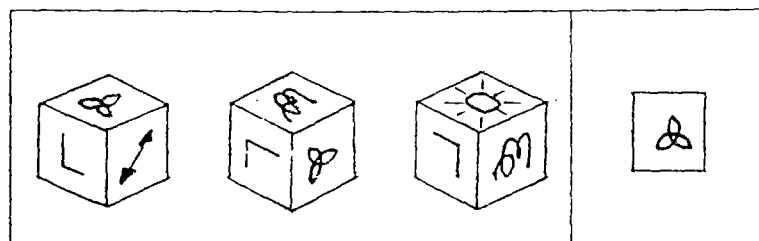


แนวคิด เมื่อยึดด้าน F เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน N อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน M อยู่ตรงข้ามกับด้าน

7.

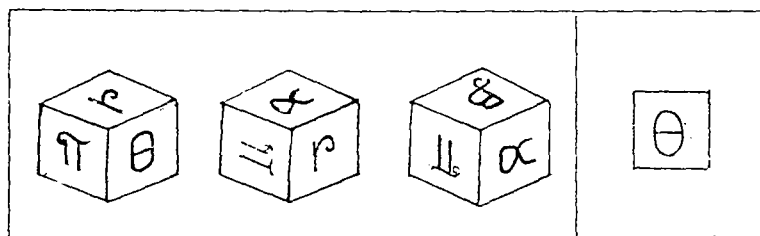


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

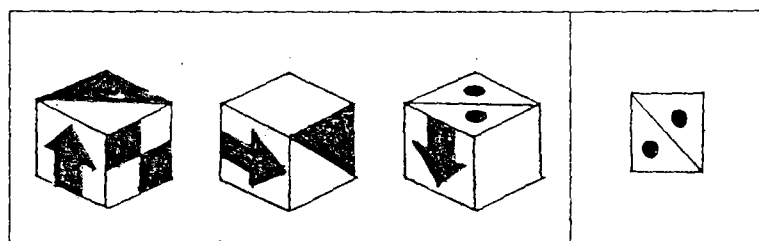
8.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

9.

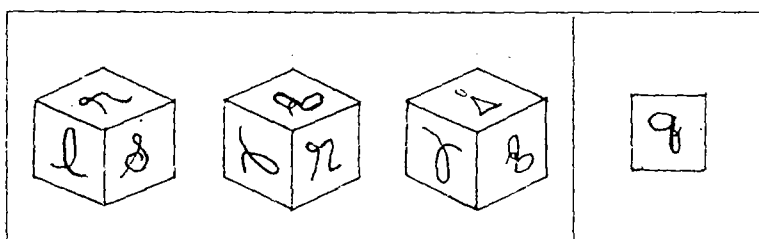


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

10.



แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

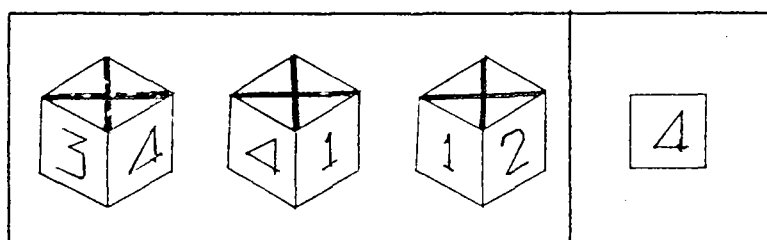
แบบฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ : ชุดที่ 4

คำชี้แจง

1. ชุดการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ เป็นชุดการฝึกที่ช่วยส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะในการใช้ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหาภาพที่อยู่ตรงข้ามลูกบาศก์ที่กำหนดให้ หลังจากพิจารณาภาพที่แสดงด้านต่าง ๆ ของลูกบาศก์ลูกหนึ่งจำนวน 3 ภาพ
2. ในชุดการฝึกชุดนี้มีแบบฝึกทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาในการฝึก 30 นาที
3. เมื่อกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 1 ลูก โดยมีภาพแสดงด้านที่แตกต่างกันของลูกบาศก์จำนวน 3 ภาพ ให้นักเรียนฝึกพิจารณา และฝึกคิดตามแนวคิด และเติมภาพต่าง ๆ ในช่องที่ว่างไว้

ตัวอย่าง

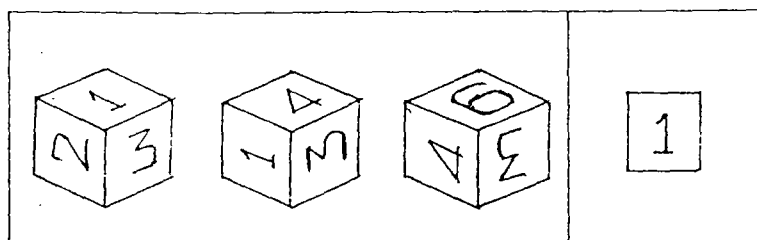


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน 4 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน ✕ 3

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน 4 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน ✕ 1

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน 4 คือ 2

1.

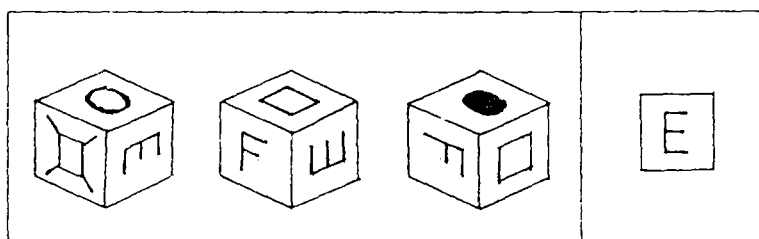


แนวคิด เมื่อยึดด้าน 3 เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน 2 อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน 1 อยู่ตรงข้ามกับด้าน

2.

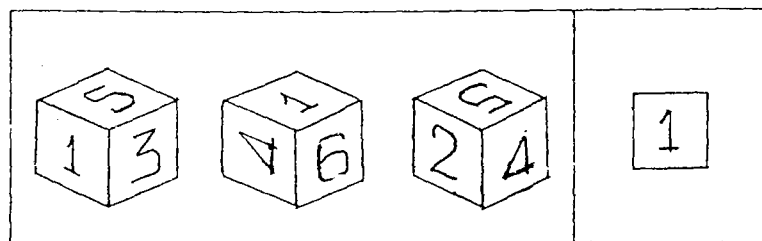


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน E ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน E ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน E คือ

3.

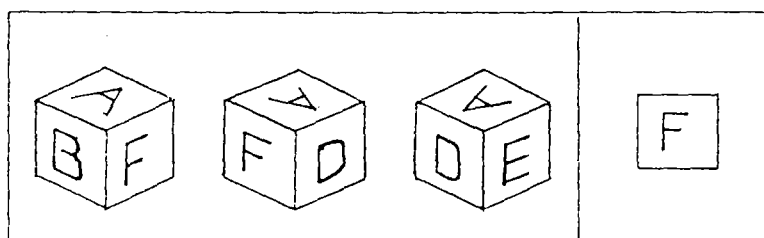


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน 1 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน 1 ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน 1 คือ

4.

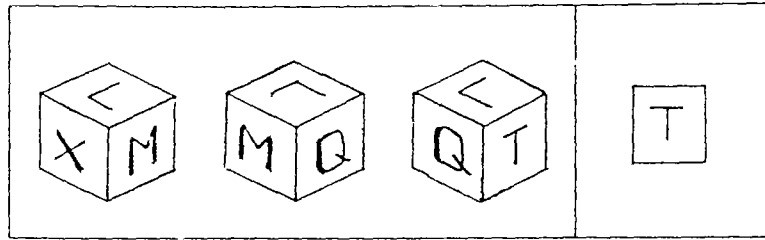


แนวคิด เมื่อยึดด้าน A เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน B อยู่ตรงข้ามกับด้าน

ด้าน F อยู่ตรงข้ามกับด้าน

5.

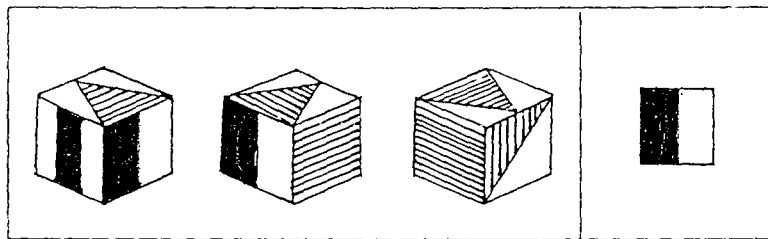


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

6.

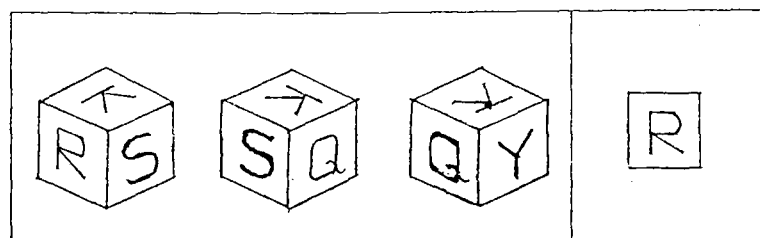


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

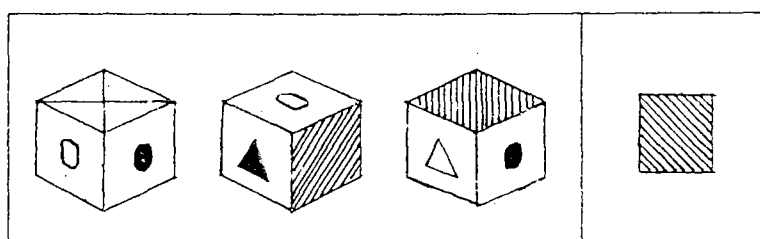
7.



แนวคิด เมื่อยี่ดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านข้างของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

8.

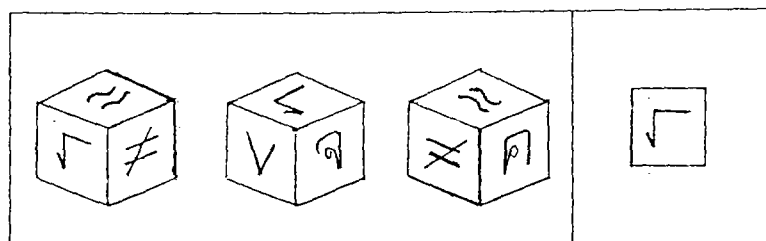


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

จากลูกบาศก์ลูกที่ 3 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน  คือ 

9.

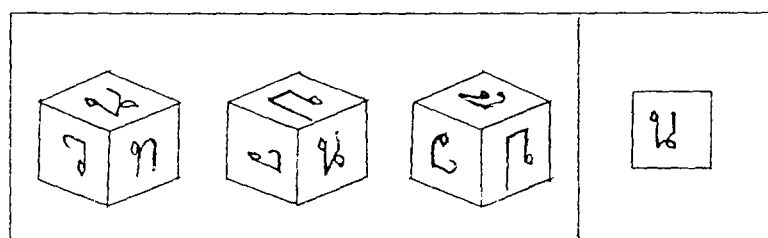


แนวคิด จากลูกบาศก์ลูกที่ 1 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

จากลูกบาศก์ลูกที่ 2 ทำให้ทราบว่าด้าน  ไม่ได้อยู่ตรงข้ามกับด้าน  

ภาพที่อยู่ตรงข้ามกับด้าน  คือ 

10.

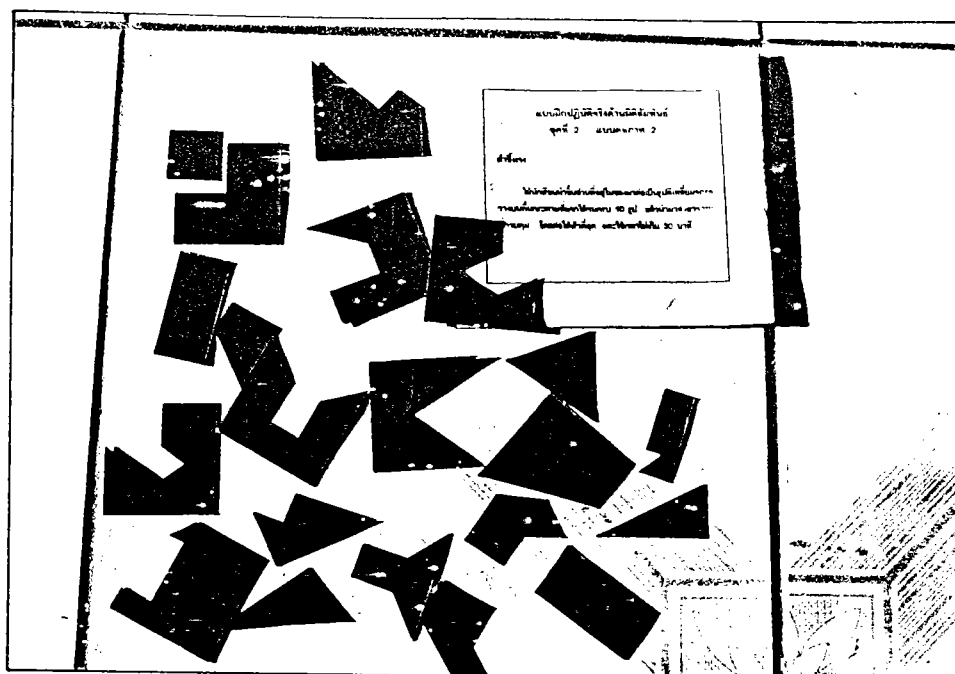


แนวคิด เมื่อยึดด้าน  เป็นหลัก แล้วหมุนด้านบนของลูกบาศก์ตามเข็มนาฬิกา จะพบว่า

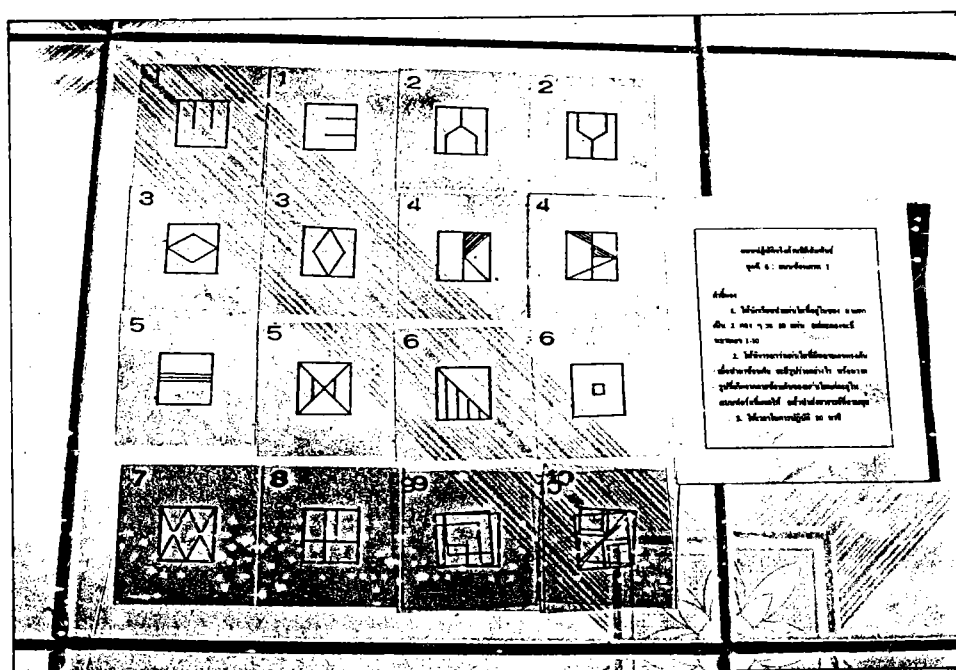
ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

ด้าน  อยู่ตรงข้ามกับด้าน 

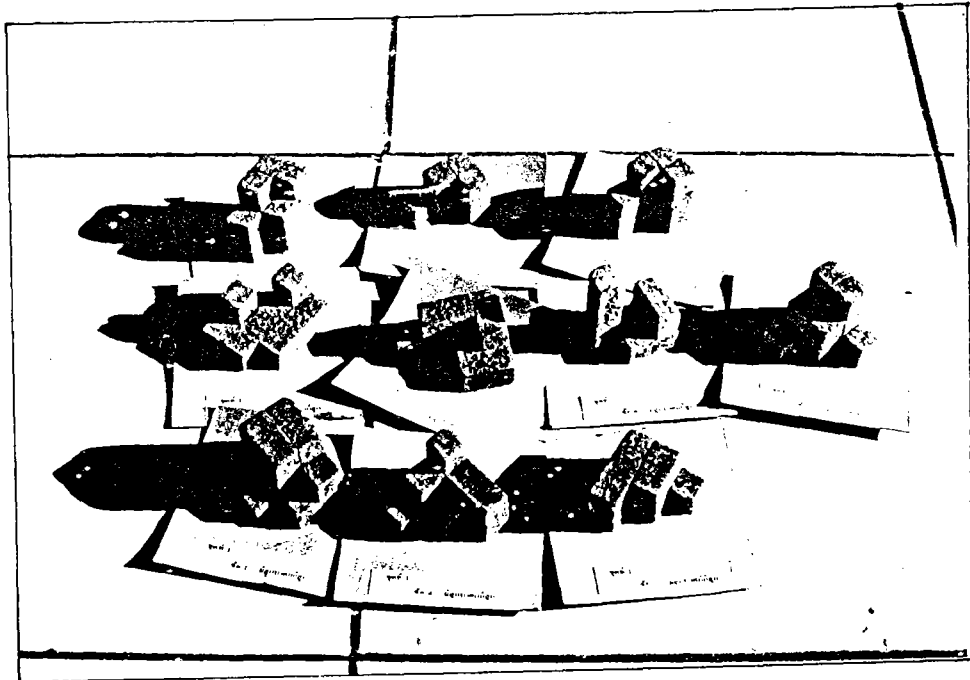
อุปกรณ์การฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์



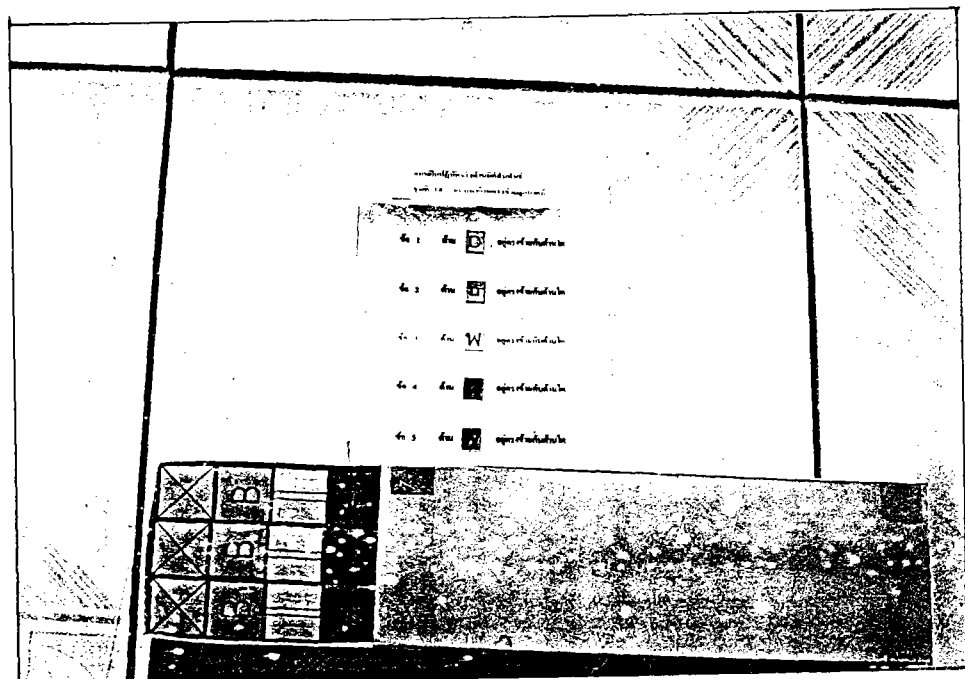
ตัวอย่างอุปกรณ์ปฏิบัติจริง แบบต่อภาพ



ตัวอย่างอุปกรณ์ปฏิบัติจริง แบบซ้อนภาพ



ตัวอย่างอุปกรณ์ปฏิบัติจริง แบบนับลูกบาศก์



ตัวอย่างอุปกรณ์ปฏิบัติจริง แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

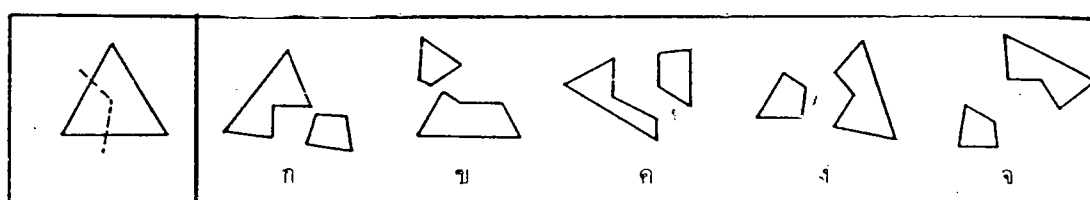
แบบแยกภาพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที ดังนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็ว และให้ครบทุกข้อจึงจะทำให้ได้คะแนนดี ถ้าพบว่าข้อใดยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำอีกครั้ง

2. ให้นักเรียนพิจารณาเมื่อแยกภาพที่กำหนดทางซ้ายมือออกตามรอยเส้นปะ จะได้ภาพใดในตัวเลือก ก - จ เมื่อเลือกได้แล้วให้นักเรียนกากบาทในช่องของตัวเลือกที่ตรงกับข้อนั้น ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ 0)



จากข้อ 0) ภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้ายมือเมื่อแยกตามรอยเส้นปะ จะได้ภาพดังภาพใน ข้อ ง ดังนั้นให้นักเรียนกากบาท ข้อ 0) ให้ตรงช่อง ง ในกระดาษคำตอบดังนี้

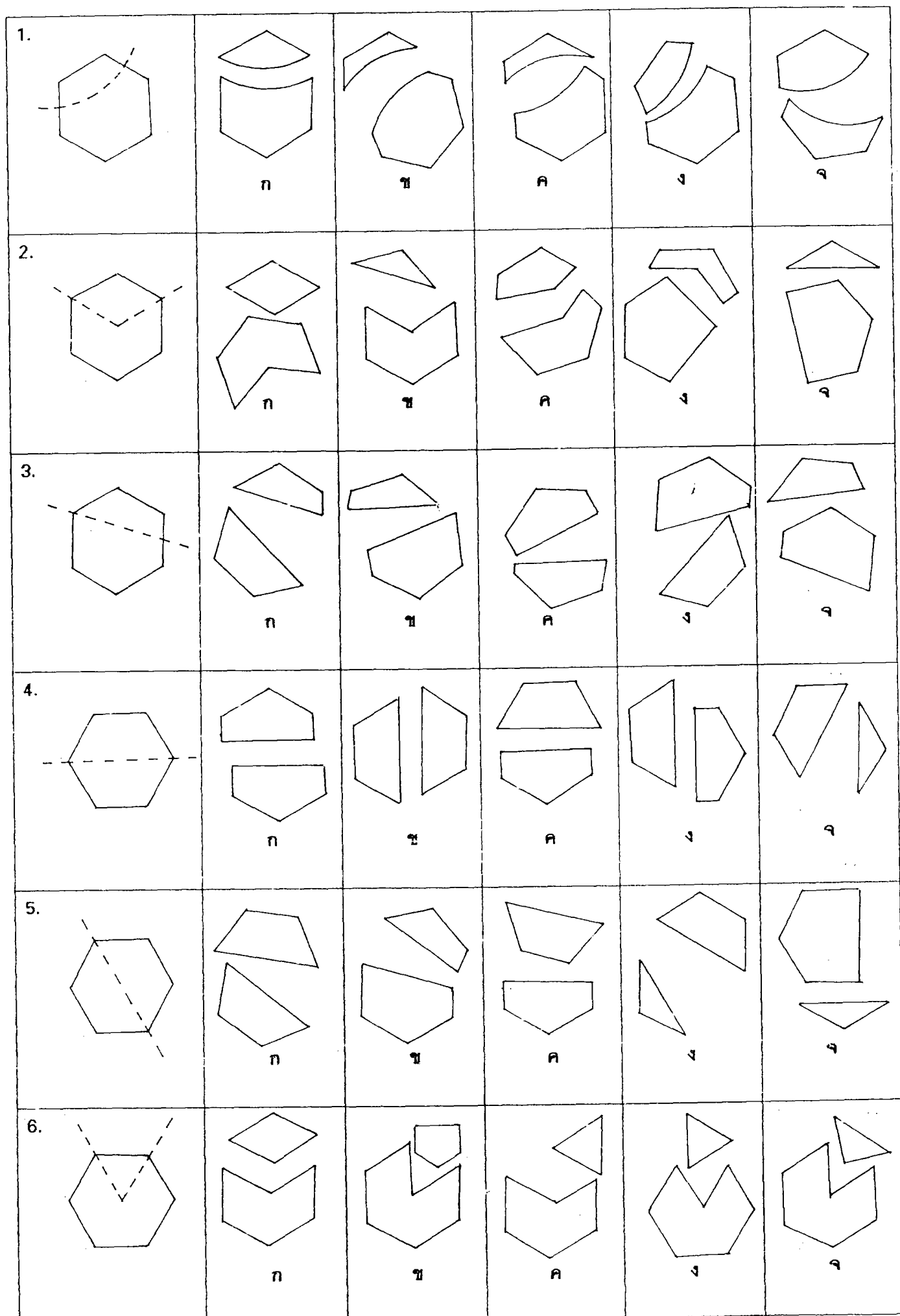
ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)				☒	
00)					

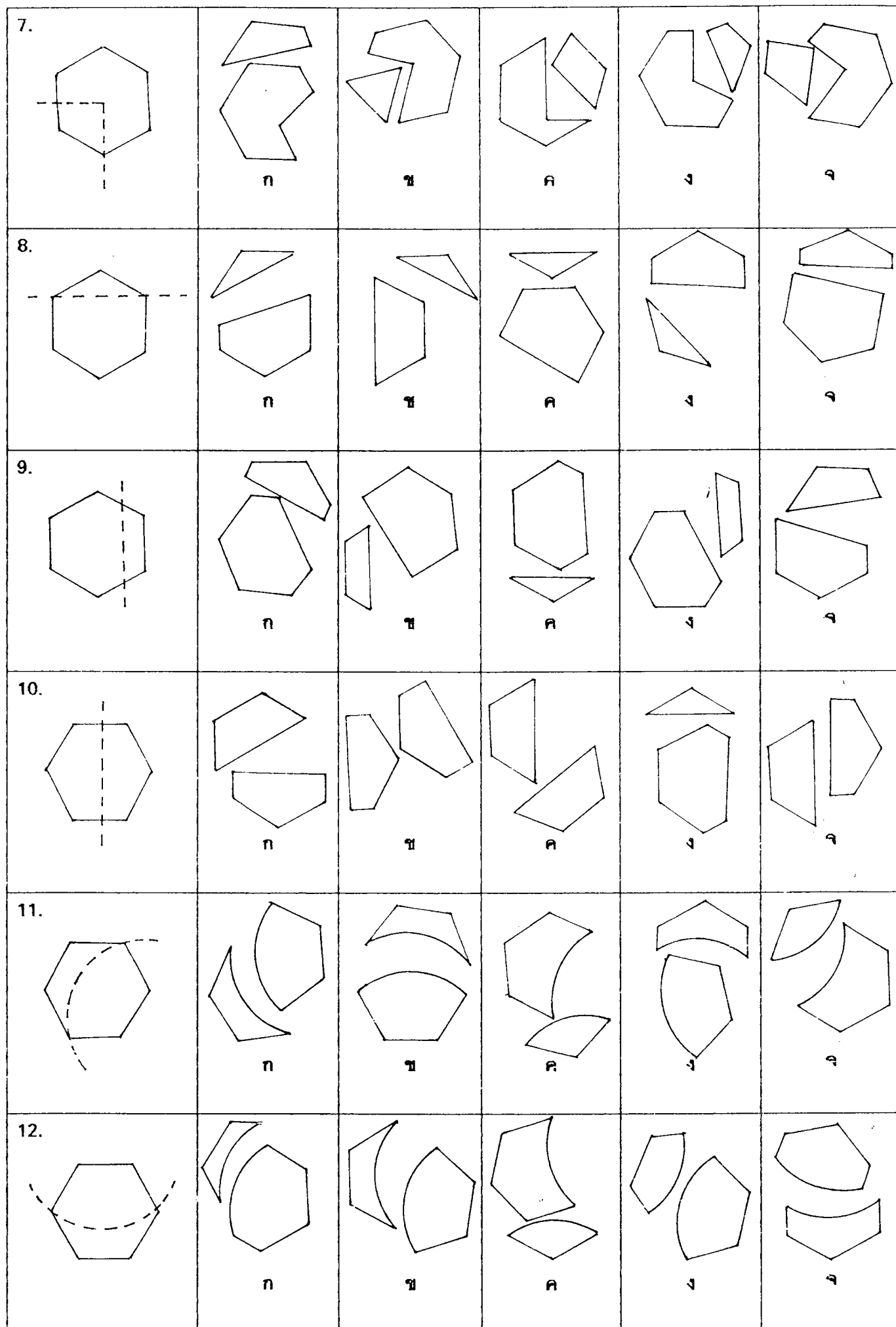
ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับรอยเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงกากบาทในช่องตัวเลือกใหม่ ดังเช่นตัวอย่างที่เปลี่ยนการเลือกคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก

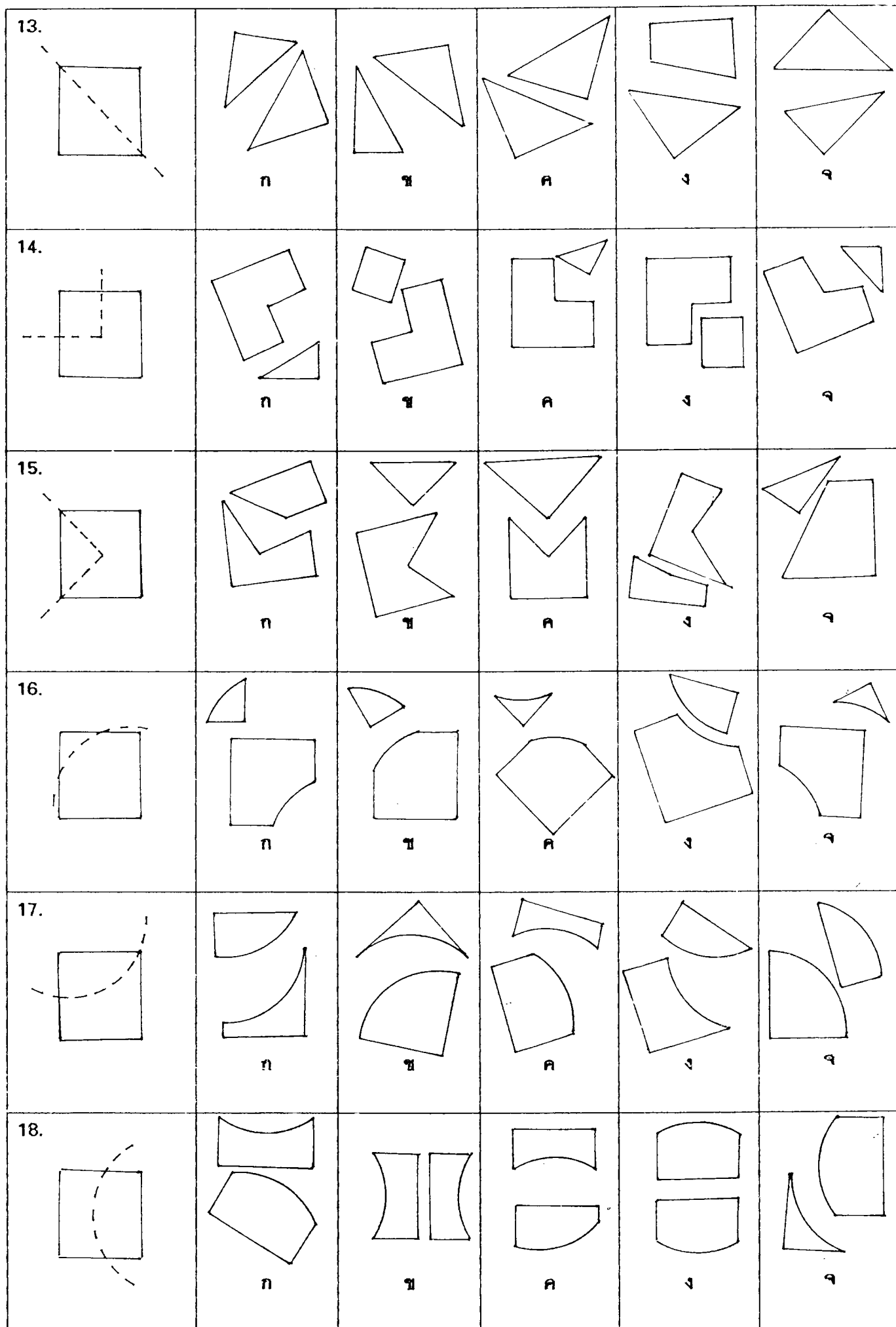
ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)	☒			☒	
00)					

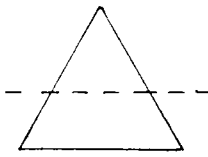
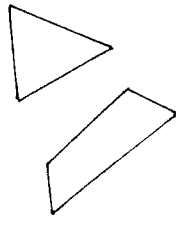
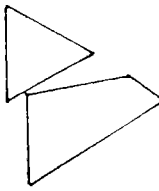
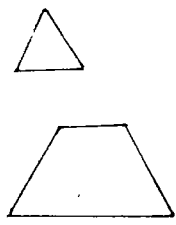
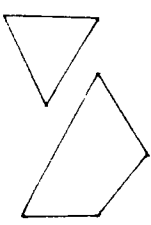
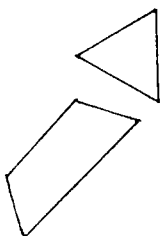
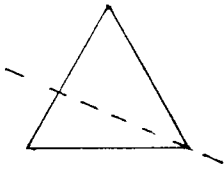
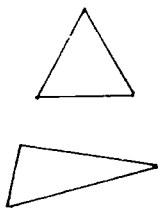
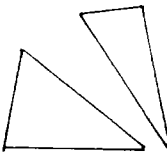
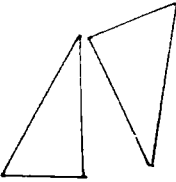
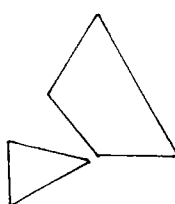
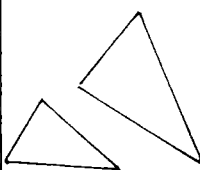
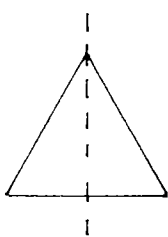
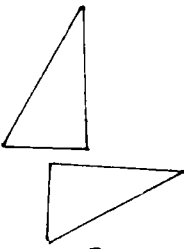
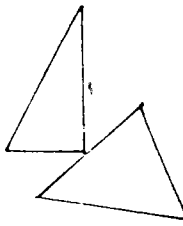
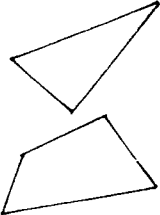
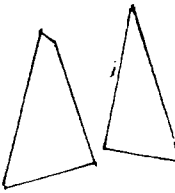
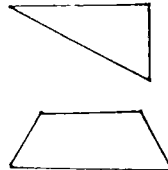
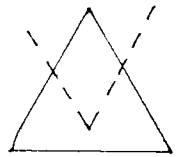
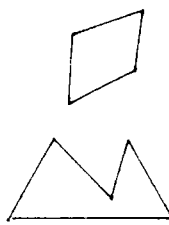
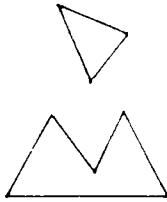
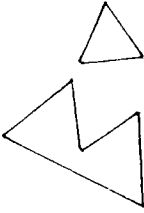
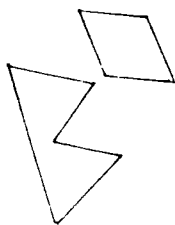
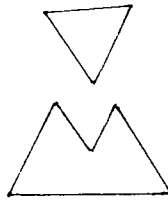
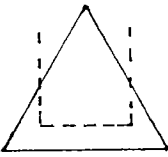
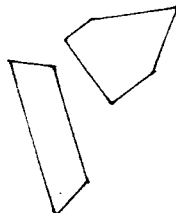
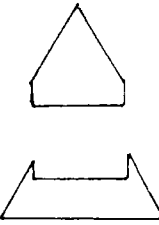
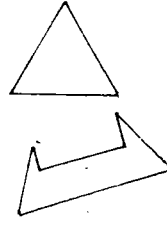
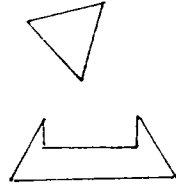
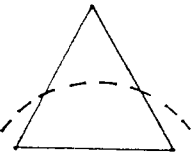
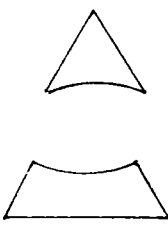
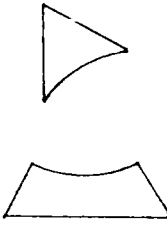
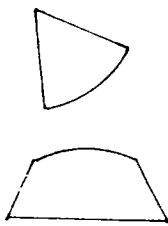
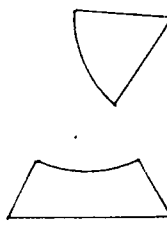
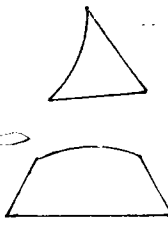
3. ในการตอบแต่ละข้อขอให้เลือกคำตอบเพียงข้อละ 1 คำตอบเท่านั้น หากข้อใดตอบเกิน 1 คำตอบหรือไม่ตอบ ถือว่าข้อนั้นผิด

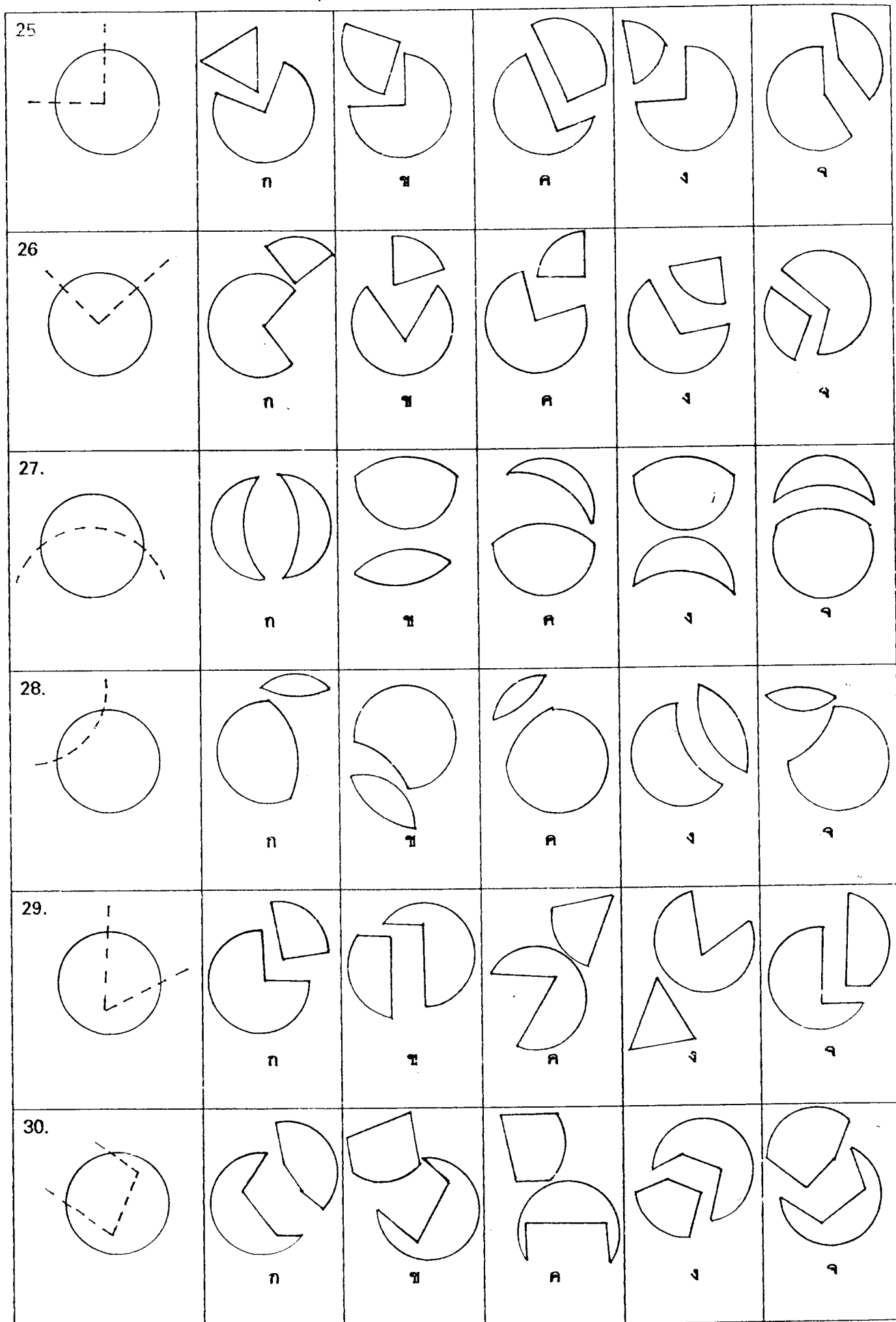
โปรดรอนกว่าจะได้รับคำสั่งจากกรรมการคุมสอบแล้วจึงลงมือทำ







19.		 а	 б	 в	 г	 д
20.		 а	 б	 в	 г	 д
21.		 а	 б	 в	 г	 д
22.		 а	 б	 в	 г	 д
23.		 а	 б	 в	 г	 д
24.		 а	 б	 в	 г	 д



แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

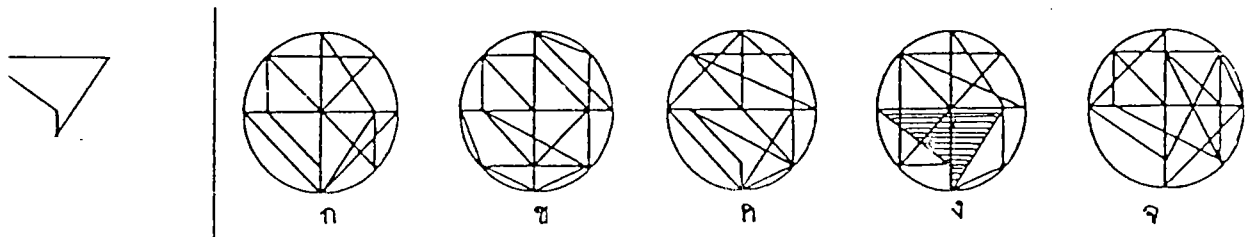
แบบซ่อนภาพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที ดังนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็ว และให้ครบทุกข้อจึงจะทำให้ได้คะแนนดี ถ้าพบว่าข้อใดยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำอีกครั้ง

2. ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพใดจากตัวเลือก ก - จ มีภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือซ่อนอยู่ ในขนาด รูปร่าง และทิศทางเหมือนเดิม เมื่อเลือกได้แล้วให้นักเรียนกากบาทในช่องของตัวเลือกที่ตรงกับข้อนั้น ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ 0)



จากข้อ 0) ภาพที่มีภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้ายมือซ่อนอยู่ในขนาด รูปร่าง และทิศทาง เดิมคือ ภาพในข้อ ง ดังนั้นให้นักเรียนกากบาท ข้อ 0) ให้ตรงช่อง ง ในกระดาษคำตอบดังนี้

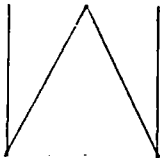
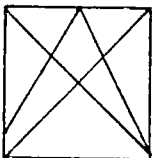
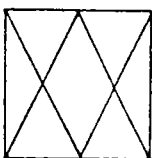
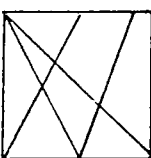
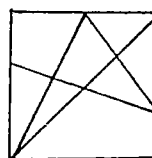
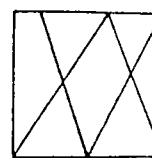
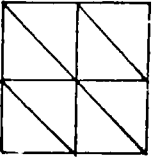
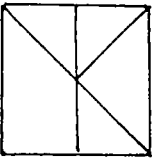
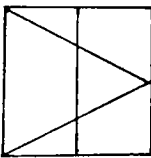
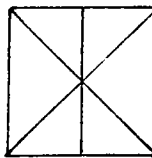
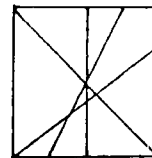
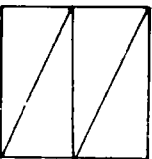
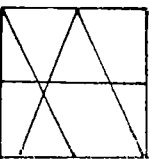
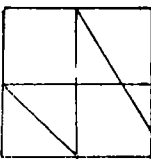
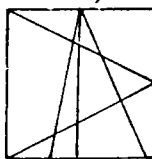
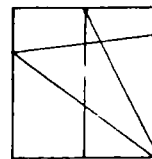
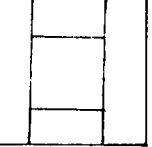
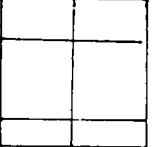
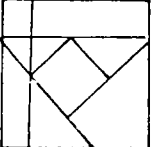
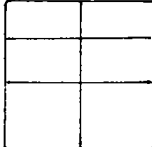
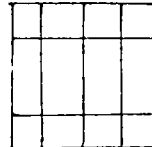
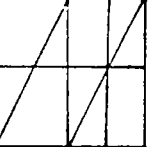
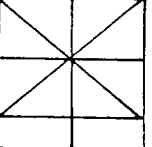
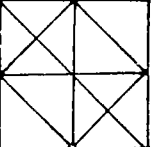
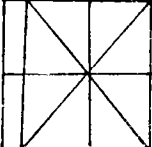
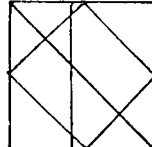
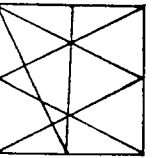
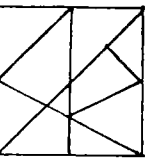
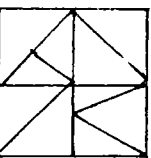
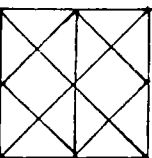
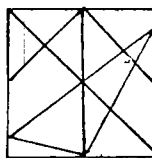
ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)				X	
00)					

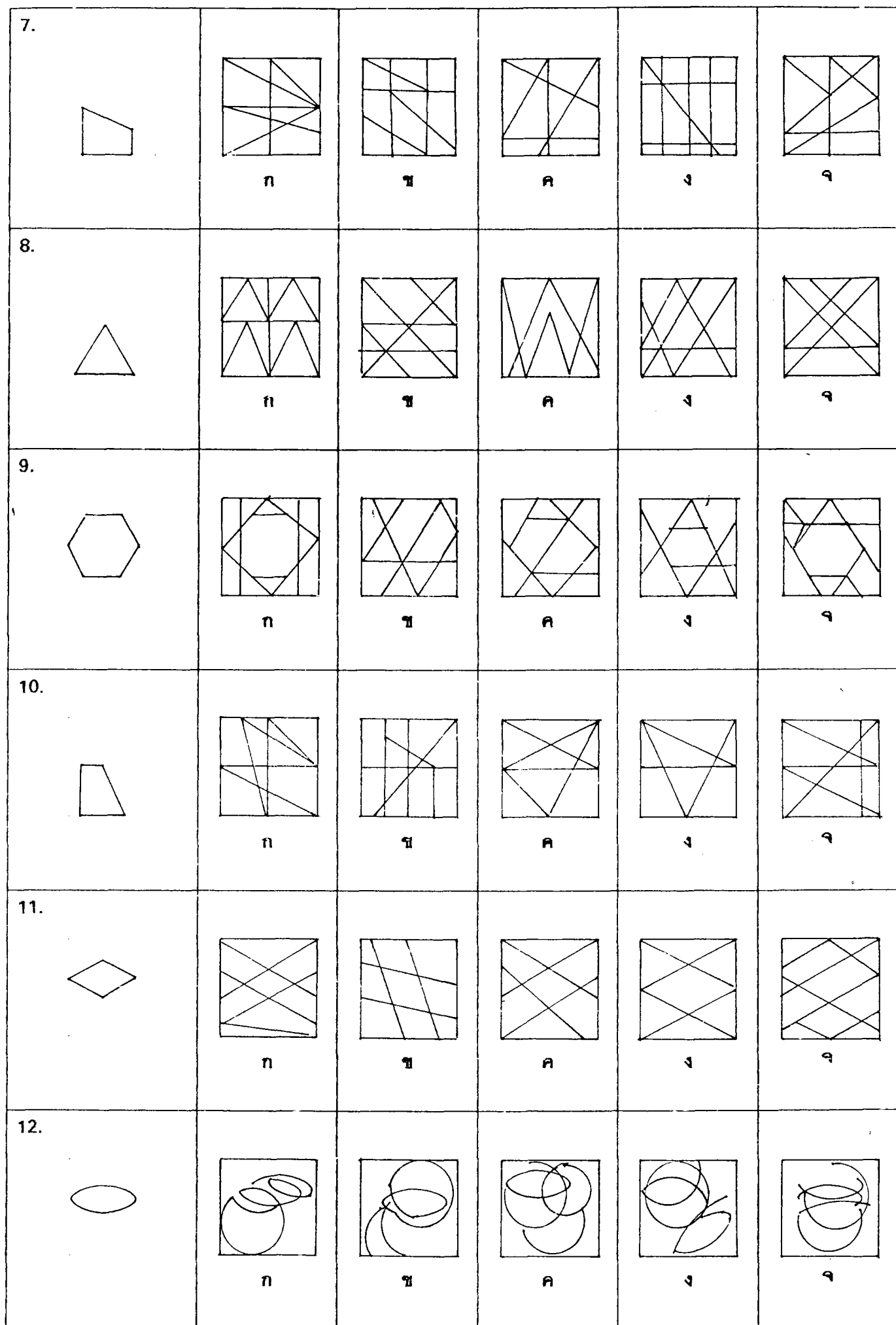
ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับรอยเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงกากบาทในช่องตัวเลือกใหม่ ดังเช่นตัวอย่างที่เปลี่ยนการเลือกคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก

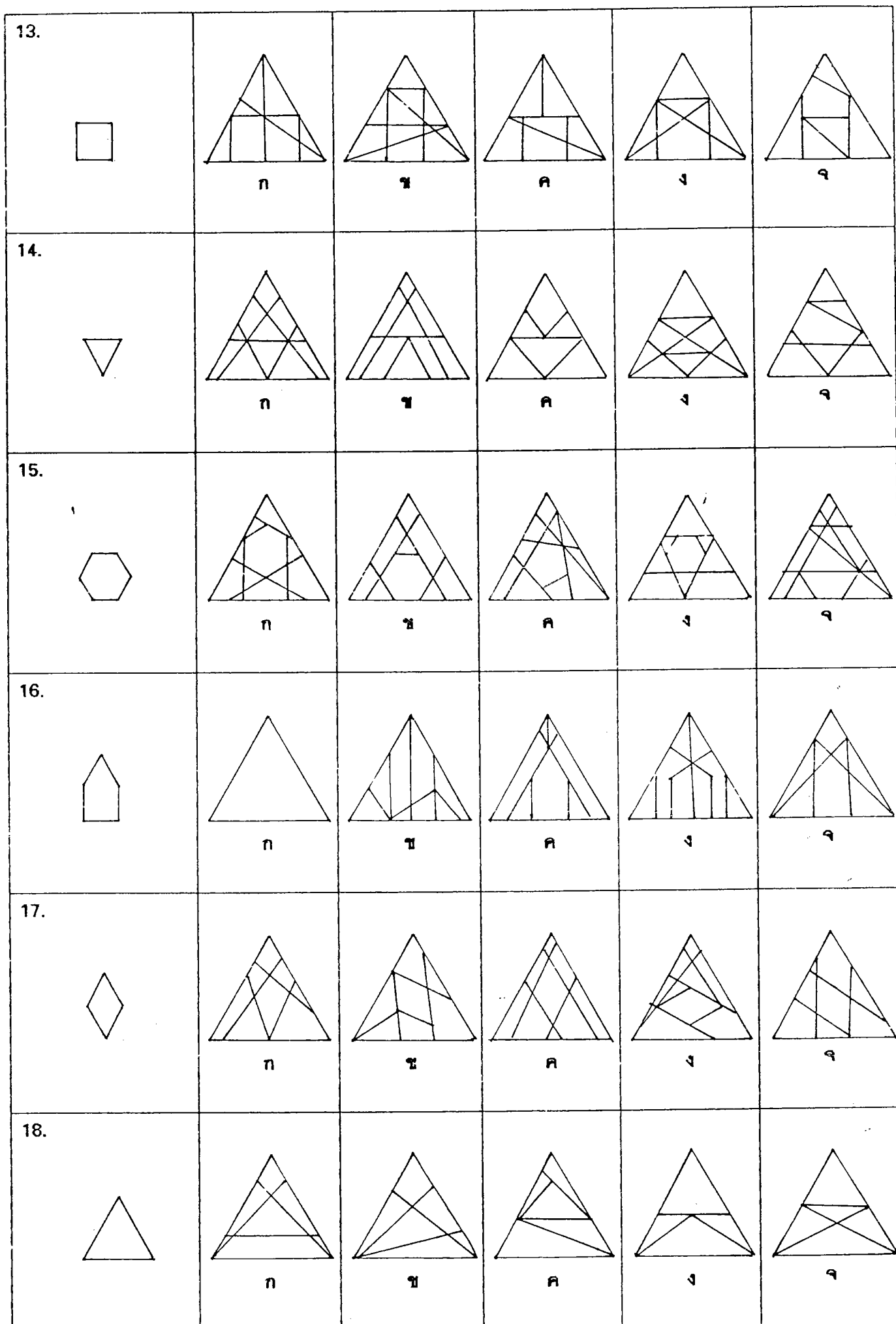
ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)	X			X	
00)					

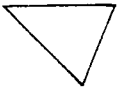
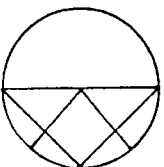
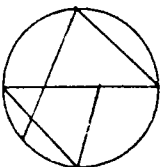
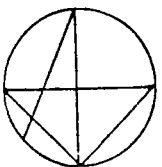
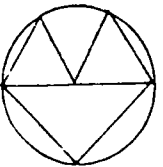
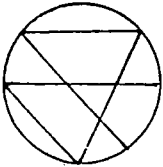
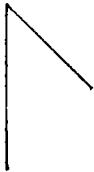
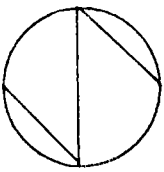
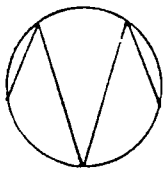
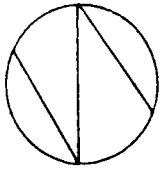
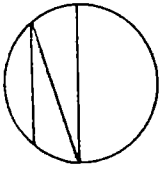
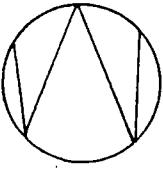
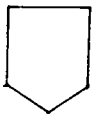
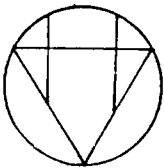
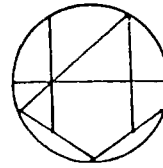
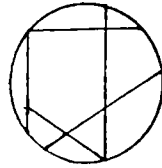
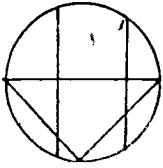
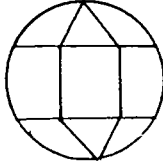
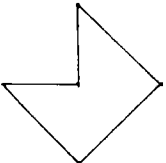
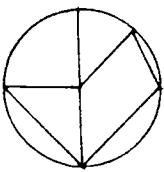
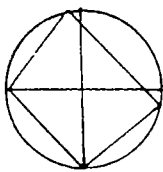
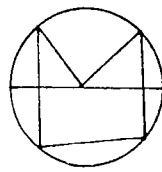
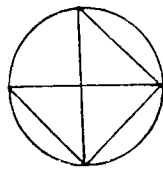
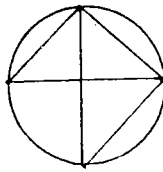
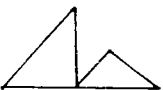
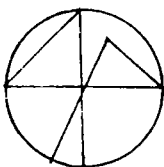
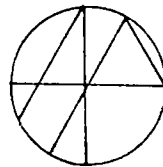
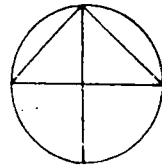
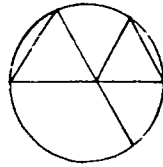
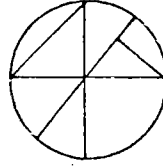
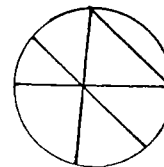
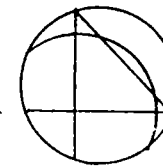
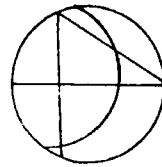
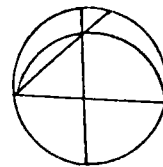
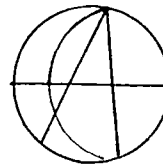
3. ในการตอบแต่ละข้อขอให้เลือกคำตอบเพียงข้อละ 1 คำตอบเท่านั้น หากข้อใดตอบเกิน 1 คำตอบ หรือไม่ตอบ ถือว่าข้อนั้นผิด

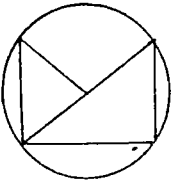
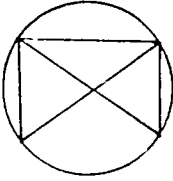
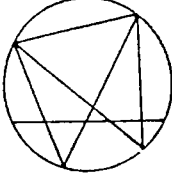
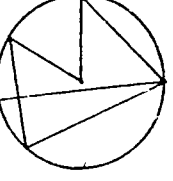
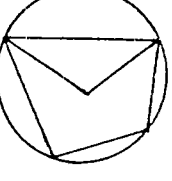
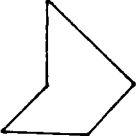
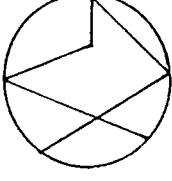
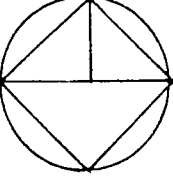
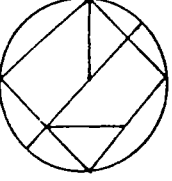
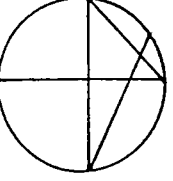
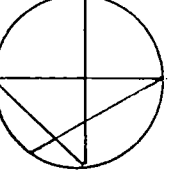
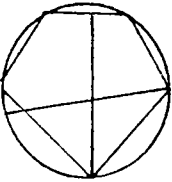
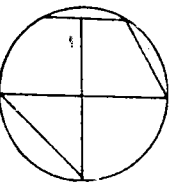
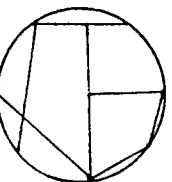
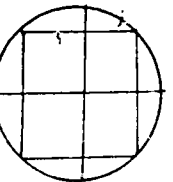
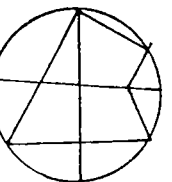
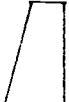
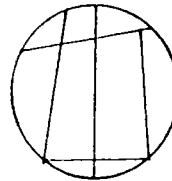
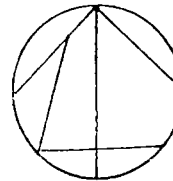
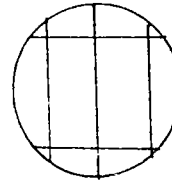
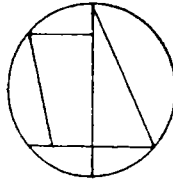
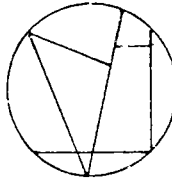
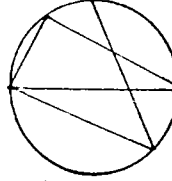
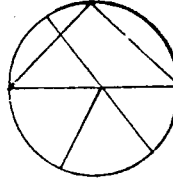
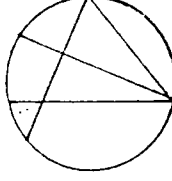
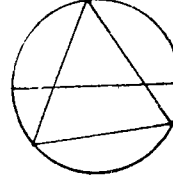
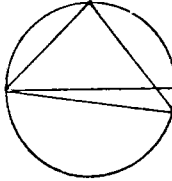
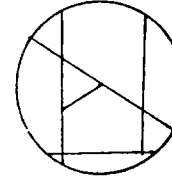
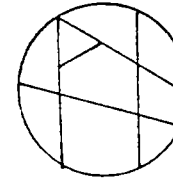
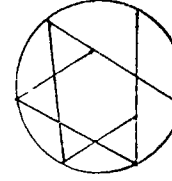
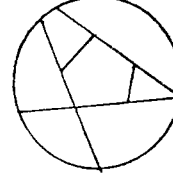
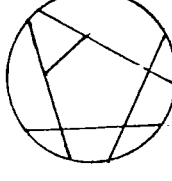
โปรดรอนกว่าจะได้รับคำสั่งจากกรรมการคุมสอบแล้วจึงลงมือทำ

1.		 а	 б	 в	 г	 д
2.		 а	 б	 в	 г	 д
3.		 а	 б	 в	 г	 д
4.		 а	 б	 в	 г	 д
5.		 а	 б	 в	 г	 д
6.		 а	 б	 в	 г	 д





19.		 ก	 ข	 ค	 ง	 จ
20.		 ก	 ข	 ค	 ง	 จ
21.		 ก	 ข	 ค	 ง	 จ
22.		 ก	 ข	 ค	 ง	 จ
23.		 ก	 ข	 ค	 ง	 จ
24.		 ก	 ข	 ค	 ง	 จ

25		 A	 B	 C	 D	 E
26		 A	 B	 C	 D	 E
27.		 A	 B	 C	 D	 E
28.		 A	 B	 C	 D	 E
29.		 A	 B	 C	 D	 E
30.		 A	 B	 C	 D	 E

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

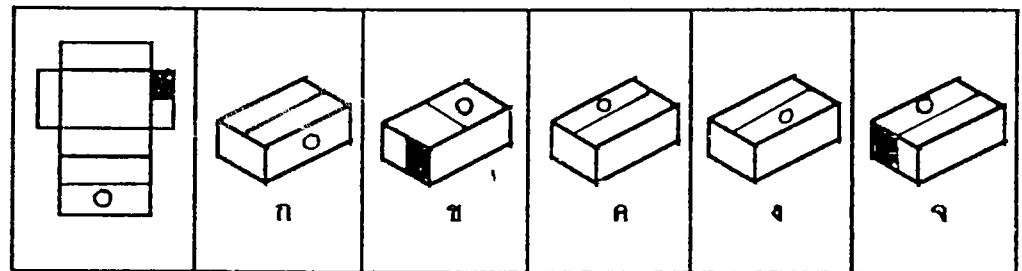
แบบประกอบภาพ 3 มิติ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที ดังนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็ว และให้ครบทุกข้อจึงจะทำให้ได้คะแนนดี ถ้าพบว่าข้อใดยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำอีกครั้ง

2. ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพใดจากตัวเลือก ก - จ เป็นกล่องที่เกิดจากการพับ ภาพที่กำหนดให้ทางซ้าย เมื่อเลือกได้แล้วให้นักเรียนกากบาทในช่องของตัวเลือกที่ตรงกับข้อนั้น ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ 0)



จากข้อ 0) กล่องที่เกิดจากการพับภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้ายมือ คือ กล่องในข้อ ง ดังนั้นให้นักเรียนกากบาท ภาพ ข้อ 0) ให้ตรงช่อง ง ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)				X	
00)					

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับรอยเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงกากบาทในช่องตัวเลือกใหม่ ดังเช่นตัวอย่างที่เปลี่ยนการเลือกคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก

ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)	X			X	
00)					

3. ในการตอบแต่ละข้อขอให้เลือกคำตอบเพียงข้อละ 1 คำตอบเท่านั้น หากข้อใดตอบเกิน 1 คำตอบหรือไม่ตอบ ถือว่าข้อนั้นผิด

โปรดรอนกว่าจะได้รับคำสั่งจากกรรมการคุมสอบแล้วจึงลงมือทำ

1.		 a	 b	 c	 d	 e
2.		 a	 b	 c	 d	 e
3.		 a	 b	 c	 d	 e
4.		 a	 b	 c	 d	 e
5.		 a	 b	 c	 d	 e
6.		 a	 b	 c	 d	 e

7.						
	а	б	в	г	д	

8.						
	а	б	в	г	д	

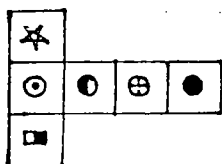
9.						
	а	б	в	г	д	

10.						
	а	б	в	г	д	

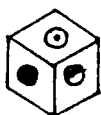
11.						
	а	б	в	г	д	

12.						
	а	б	в	г	д	

13.



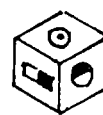
n



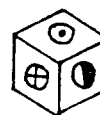
q



r

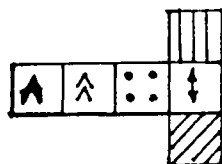


s

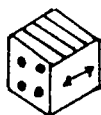


t

14.



n



q



r

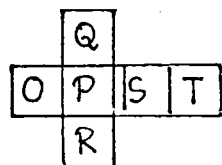


s



t

15.



n



q



r

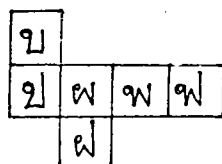


s



t

16.



n



q



r

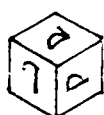
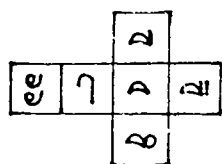


s



t

17.



n



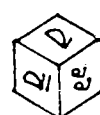
q



r

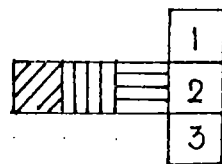


s



t

18.



n



q



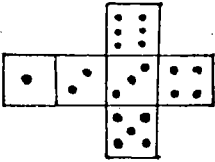
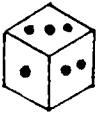
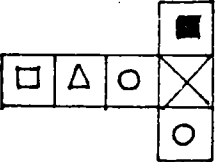
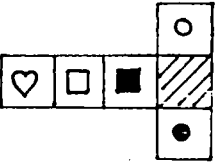
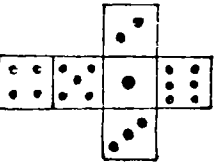
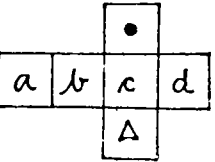
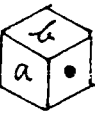
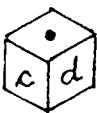
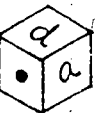
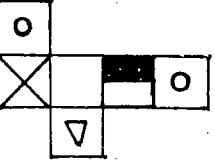
r

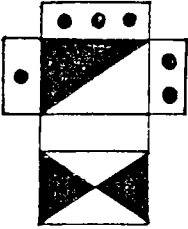
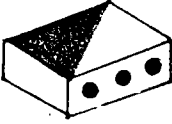
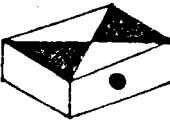
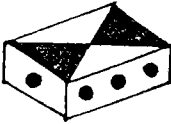
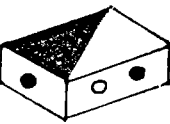
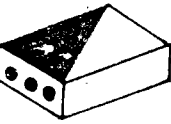
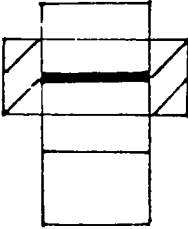
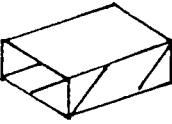
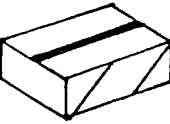
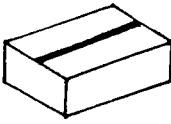
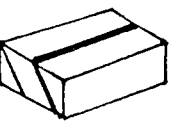
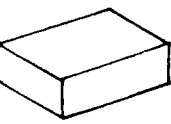
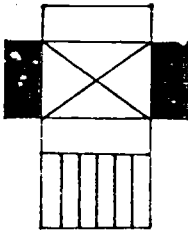
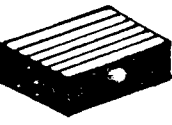
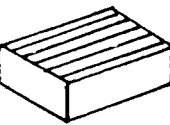
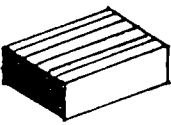
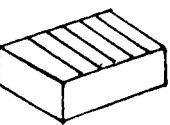
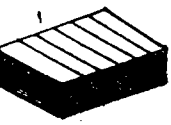
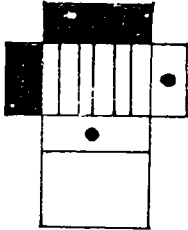
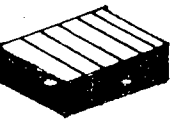
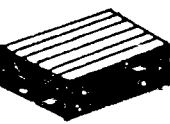
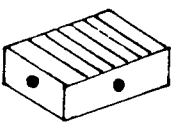
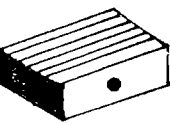
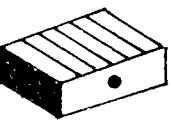
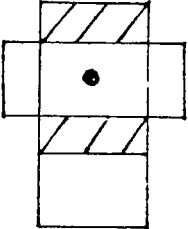
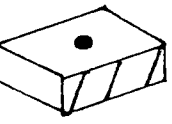
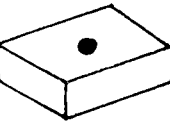
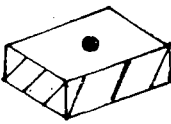
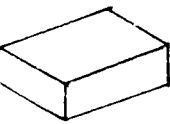
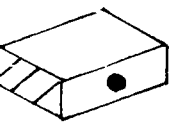
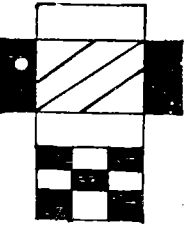
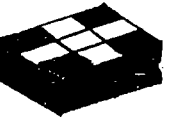
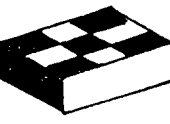
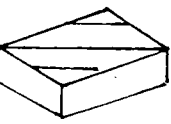


s



t

19. 	 п	 т	 а	 д	 к
20. 	 п	 т	 а	 д	 к
21. 	 п	 т	 а	 д	 к
22. 	 п	 т	 а	 д	 к
23. 	 п	 д	 а	 д	 к
24. 	 п	 т	 а	 д	 к

25 	 а	 б	 в	 г	 д
26 	 а	 б	 в	 г	 д
27. 	 а	 б	 в	 г	 д
28. 	 а	 б	 в	 г	 д
29. 	 а	 б	 в	 г	 д
30. 	 а	 б	 в	 г	 д

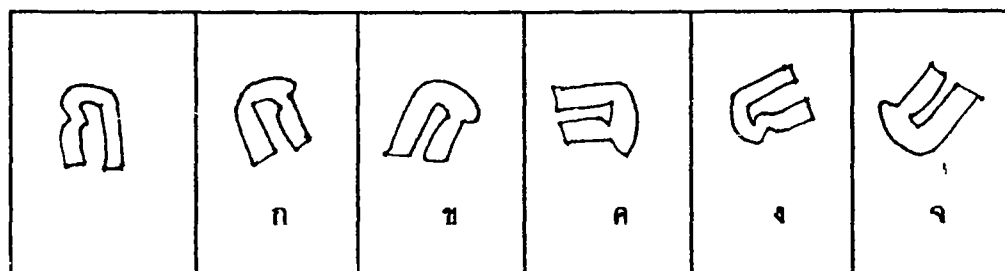
แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบหมุนภาพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที ดังนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็ว และให้ครบทุกข้อจึงจะทำให้ได้คะแนนดี ถ้าพบว่าข้อใดยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำอีกครั้ง
2. ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพใดจากตัวเลือก ก-ง เป็นภาพที่เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือไปตามเข็มนาฬิกา เมื่อเลือกได้แล้วให้นักเรียนกากบาทในช่องของตัวเลือกที่ตรงกับข้อนั้น ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ 0)



จากข้อ 0) ภาพที่เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้ายมือตามเข็มนาฬิกา คือ ภาพในข้อ ง ดังนั้นให้นักเรียนกากบาท ข้อ 0) ให้ตรงช่อง ง ในกระดาษคำตอบดังนี้

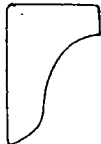
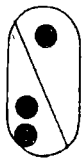
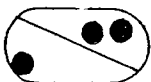
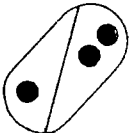
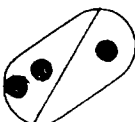
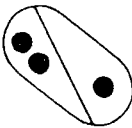
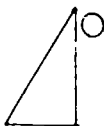
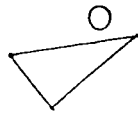
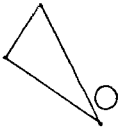
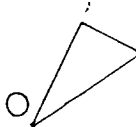
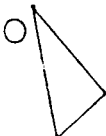
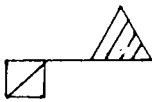
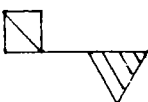
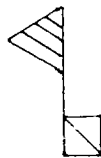
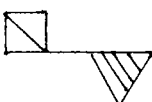
ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)				X	
00)					

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับรอยเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงกากบาทในช่องตัวเลือกใหม่ ดังเช่นตัวอย่างที่เปลี่ยนการเลือกคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก

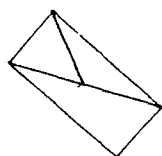
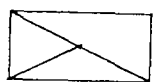
ข้อ	ตัวเลือก				
ที่	ก	ข	ค	ง	จ
0)	X			X	
00)					

3. ในการตอบแต่ละข้อขอให้เลือกคำตอบเพียงข้อละ 1 คำตอบเท่านั้น หากข้อใดตอบเกิน 1 คำตอบหรือไม่ตอบ ถือว่าข้อนั้นผิด

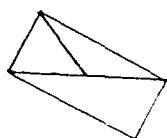
โปรดรอนกว่าจะได้รับคำสั่งจากกรรมการคุมสอบแล้วจึงลงมือทำ

1.						
	п	т	к	д	д	
2.						
	п	т	к	д	д	
3.						
	п	т	к	д	д	
4.						
	п	т	к	д	д	
5.						
	п	т	к	д	д	
6.						
	п	т	к	д	д	

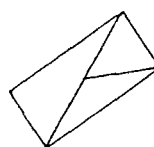
7.



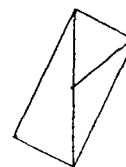
A



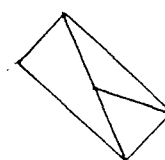
B



C

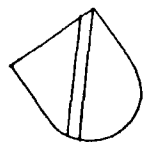


D



E

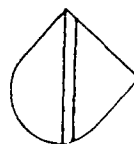
8.



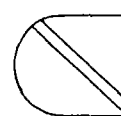
A



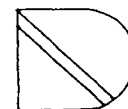
B



C



D



E

9.



A



B



C

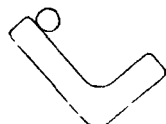
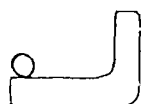


D

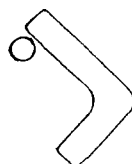


E

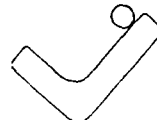
10.



A



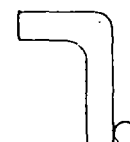
B



C

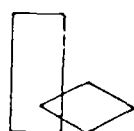
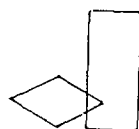


D

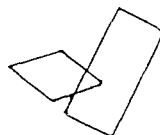


E

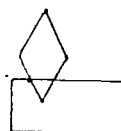
11.



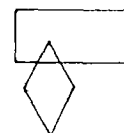
A



B



C

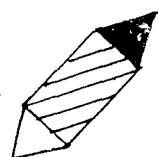


D

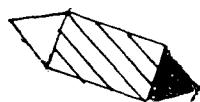


E

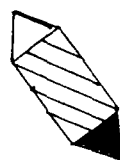
12.



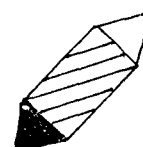
A



B



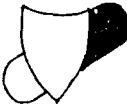
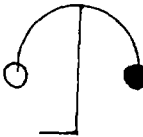
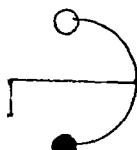
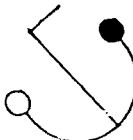
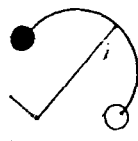
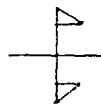
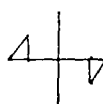
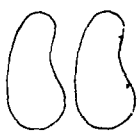
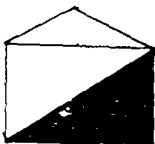
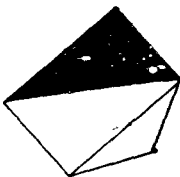
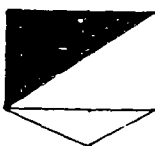
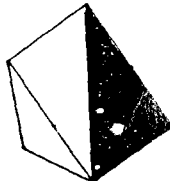
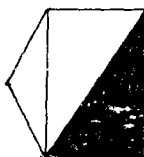
C

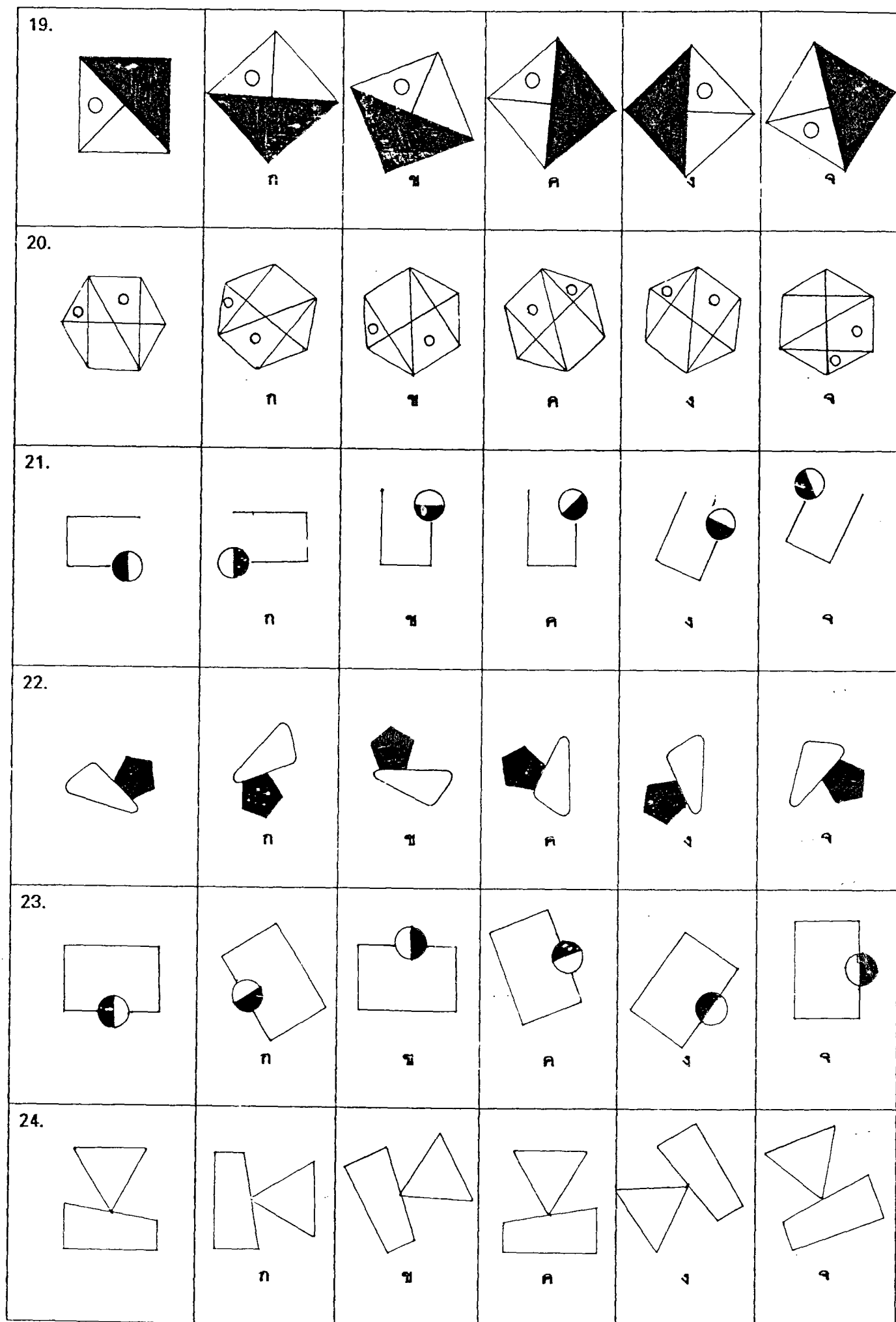


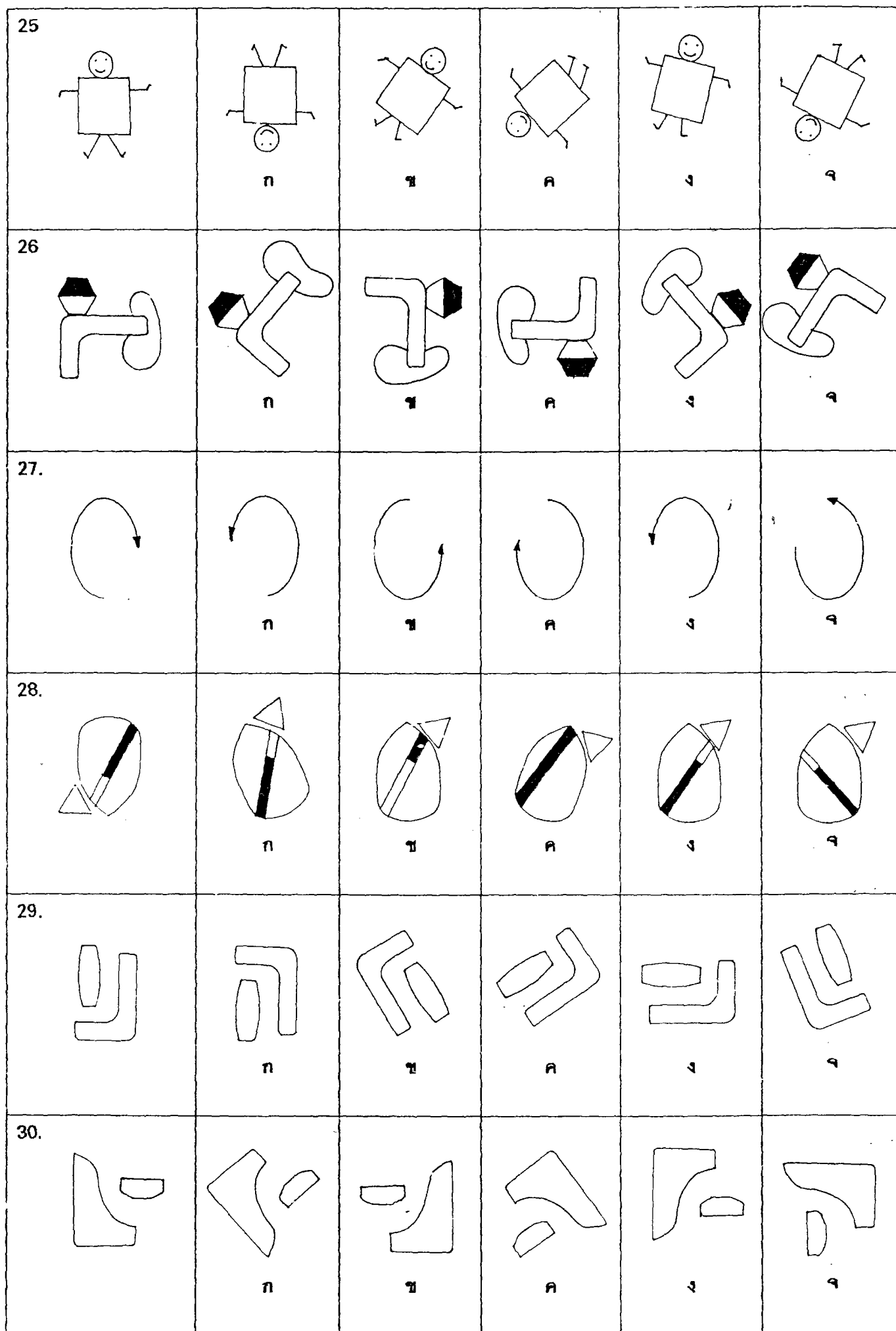
D



E

13.						
	а	б	в	г	д	
14.						
	а	б	в	г	д	
15.						
	а	б	в	г	д	
16.						
	а	б	в	г	д	
17.						
	а	б	в	г	д	
18.						
	а	б	в	г	д	





ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล นางสาวกัลยาณี อุกฤษ

เกิดวันที่ 3 เมษายน พุทธศักราช 2511

สถานที่เกิด อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 72/3 หมู่ 1 ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสูงเนิน
จังหวัดนครราชสีมา 30170

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ 1 ระดับ 5

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา 30210

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2528 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสีคิ้ว "สวัสดีผดุงวิทยา"
อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2533 ศษ.บ. การมัธยมศึกษา (เคมี - คณิตศาสตร์)
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2542 กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

บทคัดย่อ
ของ
กัลยาณี อุกฤษ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2542

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง ที่มีผลต่อความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ และความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราสาทวิทยาคม อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ทดลองฝึกโดยใช้ชุดการฝึก และกลุ่มที่ 2 ทดลองฝึกโดยการปฏิบัติจริง และฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ 4 ด้าน ๆ ละ 4 ชุด ได้แก่ด้านต่อภาพ ซ้อนภาพ นับลูกบาศก์ และหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ เมื่อทำการฝึกแล้วทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบทดสอบแยกภาพ ซ้อนภาพ ประกอบภาพ 3 มิติ และหมุนภาพ ตามลำดับ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ $t - test$

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ และความคงทนในการจำแต่ละด้าน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A Comparison of MathatyomSuksa I Student's Mental Ability of Space
Using Practicing Package and Actual Performance.

AN ABSTRACT
BY
KANLAYANEE UKIT

Presented in partial fulfillment of the requirements for
the Master of Education degree in Measurement
at Srinakharinwirot University
May 1999

The purpose of this study was to compare the mental ability and retention between practicing package and actual performance training of 60 Mathayom Suksa I students in academic year 1998 from Prasartwittayakom School , Dankhunted district , NaKhonrattchasisima , were selected by simple random sampling. Subject were randomly assigned into two groups. There were 30 students in each group. The first group practiced by practicing package. The second group practiced by actual performance. All students in the two groups practiced 4 mental ability , such as square completion , overlapping shapes , cube counting and opposite finding and test of mental ability and retention with selection of figures, embedded figures, surface developing and figure rotation respectively.

The result of study revealed that the spatial mental ability and retention of students who received practicing package and actual performance training were not significantly different.