ร3.93
2532
ว 3

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแรเงาและไม่แรเงา ที่หมุนรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z

ปริญญานิพนธ์

ของ

วาสนา คูหเวโรจนปกรณ์

- 6 ก.พ. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
กันยายน 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

171847

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแรเงาและไม่แรเงา ที่หมุนรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z

บทคัดย่อ

ของ

วาสนา ภูหเวโรจนปกรณ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
กันยายน 2532

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ซึ่งมีภาพต่างกัน 2 แบบ คือ ภาพที่มีแรเงากับภาพที่ไม่มีแรเงา และมีลักษณะการหมุนต่างกัน 3 แบบ คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 7 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2,034 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพชนิด 5 ตัวเลือก ซึ่งสร้างขึ้นตามทฤษฎีของเทอร์สโตน มีทั้งหมด 6 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ วิธีการศึกษาโดยนำผลการตอบที่ได้มาหาค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน ส่วนค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 นำค่าความยากมาตรฐานรายข้อที่ได้มาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ Two-Way ANOVA และทดสอบความแตกต่างรายคู่โดยใช้วิธีของดูนี ส่วนค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นก่อนนำมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ χ^2 ต้องเปลี่ยนเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของ ฟิชเชอร์ ก่อน และทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพเหมือนกัน แต่ใช้ภาพต่างกัน 2 แบบ คือ ภาพมีแรเงา กับภาพไม่มีแรเงา ปรากฏว่าคุณภาพของแบบทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพชนิดเดียวกัน แต่ต่างกันที่ลักษณะการหมุนภาพซึ่งมี 3 แบบ คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ปรากฏว่าค่าความยากที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แบบที่หมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน X และแบบที่หมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน Y ส่วนแบบที่หมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y มีค่าความยากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z เป็นแบบทดสอบที่ง่ายที่สุด ส่วนแบบที่หมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y เป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากพอ ๆ กัน สำหรับค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนต่างกัน พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์

แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนต่างกัน พบว่า ในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพมีแรเงา แบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบที่หมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นค่าความเชื่อมั่นของแต่ละคู่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพไม่มีแรเงา พบว่า แบบที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบที่หมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบที่หมุนรอบแกน Y อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบที่หมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y มีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF THE QUALITY OF SHADED AND UNSHADED SPATIAL ROTATION TESTS THAT ROTATE ABOUT X, Y AND Z AXES

AN ABSTRACT

BY

WASSANA KOOHAWAYROJANAPAKORN

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master of Education degree in Educational Measurement at Srinakharinwirot University

September 1989

The purpose of the study was to compare the qualities of Spatial Rotation Test with two different types of figures, shading and unshading and with three characteristics of rotation about X, Y and Z axes. Samples for this study were randomized using simple random sampling technique that comprises 2034 students of Mathayom Suksa 5 of the academic year 1989 in Bangkok Metropolis schools of the Government Educational Department, region 7. The research tools are of the types of Spatial Rotation Tests with 5 option multiple choices in 6 sets of 30 items each and designed in accordance with Thurstone Theory. Data obtained from the responses were processed to determine the standard difficulty values and the discrimination values of each individual item using Item Analysis Table of Chung-Teh Fan. The reliability values are calculated by KR-20 formula and the standard difficulty values of each individual item were tested for significance of the difference by Two-Way ANOVA and by Tukey's HSD Test using posteriori comparison of the paired values. Before testing for significance of the difference by χ^2, the discrimination and the reliability values have to be transformed by Fisher's Z transformation and tested for the significance of the difference between Z_1 and Z_2 when the χ^2 is significant.

The research study reveals that, when the qualities of Spatial Rotation Tests of similar rotation were compared using 2 different types of figures, shading and unshading, the difference is nonsignificant at .01 level. However, when the qualities of Spatial Rotation Tests using the same type of figures but with 3 different types of rotational characteristics in rotating about X, Y and Z axes are compared, the difficulty values being statistically significant at .01 level are

of the types that rotate about Z and X axes as well as those that rotate about Z and Y axes while the difficulty values of the types that rotate about X and Y axes are statistically nonsignificant at .01 level. The study also reveals that the Spatial Rotation Test with rotational characteristics about the Z axis is the easiest of all, while the types that rotate about X and Y axes have almost the same difficulty values.

The discrimination values of the Spatial Rotation Tests with different characteristics of rotation are nonsignificant at .01 level but the reliability values of the Spatial Rotation Tests with different characteristics of rotation for the shading figures about the Z axis are significantly higher than the ones that rotate about the X axis at .05 level, while the other pairs are found to be statistically nonsignificant at .01 level. With regards to Spatial Rotation Tests with unshading figures, the reliability values for the types that rotate about the Z axis are significantly higher than the types that rotate about the x axis at .01 level and are also significantly higher than the types that rotate about the Y axis at .05 level but the types that rotate about the X and Y axes are found to be statistically nonsignificant at .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน

(รศ.ล้วน สายยศ)

..... กรรมการ

(ผศ.จรินทร์ ประสงค์สม)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รศ.ล้วน สายยศ)

..... กรรมการ

(ผศ.จรินทร์ ประสงค์สม)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอกการวัดผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 6 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์อ้วน สายยศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม และรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านกำลังใจและความอดทน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายธุรการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายบริการ คณะครู-อาจารย์ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งขอขอบใจนักเรียนทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสุมาลี พรหมชาติ คุณสุชน สิทธิวิชชาพร คุณดรรยา สิงห์ทอง คุณลินี ณ นคร คุณสุนทรี ไกรกาบแก้ว คุณสุวรรณา วชิรปราการสกุล คุณสมศรี ฉัตรวัฒนา คุณทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล ที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ วัดผลทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณ คุณสมเกียรติ ภูหเวโรจนปกรณ์ ที่ได้ช่วยเหลือในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และให้กำลังใจเสมอมาจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านของผู้วิจัย

วาสนา ภูหเวโรจนปกรณ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	ทฤษฎีของเชาวน์ปัญญาและความถนัด	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์	12
	ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การหมุนภาพ	14
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพของแบบทดสอบเมื่อเปลี่ยนรูปภาพ ...	21
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	24
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	25
	ประชากร	25
	กลุ่มตัวอย่าง	25
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	27
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	29
	รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	30

บทที่ หน้า

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 33
ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล 33
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 35

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 38
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 38
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 39
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 39

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 53
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 53
กลุ่มตัวอย่าง 54
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 54
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 54
การวิเคราะห์ข้อมูล 55
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 55
อภิปรายผล 58
ข้อเสนอแนะ 60

บรรณานุกรม 61

ภาคผนวก 68

ประวัติย่อของผู้วิจัย 124

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	26
2	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพมีแรเงาทั้ง 3 ฉบับ	28
3	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	40
4	ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	41
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	43
6	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน 3 แบบ	44
7	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	45
8	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	47
9	ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	48
10	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ	50
11	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพเป็นรายคู่	51

ตาราง หน้า

12 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X 69
13 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y 70
14 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z 71
15 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X 72
16 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y 73
17 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z 74

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	การกำหนดแกน	8
2	ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบหมุนภาพของ PMA (1941)	15
3	ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบหมุนภาพของ Guilford-Zimmerman Aptitude Survey ชนิด Form B (1952)	16
4	ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบหมุนภาพของ Pintner Non-Language Test	16
5	ตัวอย่างข้อสอบหมุนภาพของ Thomas	17
6	ตัวอย่างข้อสอบหมุนภาพของ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์	18
7	ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบของ Shepard and Metzler	19
8	ตัวอย่างข้อสอบใน Rotation Test ของ Seddon and others (1984) ..	20

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาในระดับมัธยมศึกษา เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ทั้งวิชาสามัญและวิชาชีพที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความต้องการ ความสนใจและความถนัด เพื่อให้แต่ละบุคคลเข้าใจและเลือกอาชีพที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม (แผนการศึกษาแห่งชาติ. 2520 : 15) ซึ่งถ้าครูรู้จักเด็กที่ตนสอนมากเท่าใดก็จะเป็นผลดีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนมากเท่านั้น ทั้งนี้เพราะหน้าที่อย่างหนึ่งของครูก็คือ รู้สมรรถภาพการเรียนของเด็ก เพื่อจะได้จัดกิจกรรมทางการศึกษาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (Guilford. 1966 : 279) ดังที่ มอสโควิทซ์ และคนอื่น ๆ (Moskowitz and others. 1969 : 247) ได้กล่าวว่า "สติปัญญาหรือความถนัดเป็นเครื่องชี้คักยภาพและความสามารถทางการเรียนรู้" สิ่งที่จะช่วยเหลือครูให้เข้าใจเด็กนักเรียนของตนได้ดีและถูกต้องยิ่งไปกว่าการสังเกตและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นได้แก่ แบบทดสอบวัดความถนัดที่จะบ่งบอกให้ทราบความสามารถทางสมองของเด็ก

เกี่ยวกับองค์ประกอบของความถนัดหรือความสามารถทางสมองนั้น เธอร์สโตน ได้พยายามวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 องค์ประกอบ คือองค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านความจำ องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณาและองค์ประกอบด้านเหตุผล (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2525 : 45 - 47) โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์นั้นเป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ่อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพ ผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสามารถใน

การจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า อันไหนอยู่ใกล้อยู่ไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 79) ส่วน โกวิท ประวาลพฤกษ์ และคนอื่น ๆ ได้แยกองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ 2 องค์ประกอบ คือ Spatial Orientation (หรือ So) คือความสามารถที่จะตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กับตนเองอย่างไร กับ Spatial Visualization (หรือ Sv) คือความสามารถที่จะเข้าใจว่า เมื่อวัตถุพลิกแพลงไปในท่าต่าง ๆ แล้วจะเห็นวัตถุนั้นมีรูปทรงเป็นอย่างไร (โกวิท ประวาลพฤกษ์ และคนอื่น ๆ. 2509 : 70) แต่จากการวิจัยของ มิเชล ซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford. 1950 : 187 - 213) ได้แยกองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ Spatial Relation กับ Visualization โดยแบบทดสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบ Spatial Relation มากที่สุดคือ แบบทดสอบเล็งทิศทางของ กิลฟอร์ด และซิมเมอร์แมน (Spatial Orientation) ส่วนแบบทดสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบ Visualization มากที่สุด คือแบบทดสอบหมุนภาพของ กิลฟอร์ด และซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization) จากการวิจัยอีกครั้งของ มิเชล ซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford. 1951 : 561 - 577) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยม เกรด 12 เป็นชาย 151 คน หญิง 139 คน อายุระหว่าง 15 - 20 ปี พบว่าองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์แบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ คือ Spatial Relation กับ Visualization เช่นเดิม นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนชายมีความสามารถสูงกว่านักเรียนหญิงในแบบทดสอบหมุนภาพ เล็งภาพ มิติสัมพันธ์ของ เธอร์สโตน (Space) ลูกบาศก์ และต่อภาพ

ผู้ที่มีความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เหมาะที่จะเรียนและประกอบอาชีพทางด้านวิศวกร ช่างเทคนิค นักออกแบบ สถาปนิก นักตกแต่ง นักวิทยาศาสตร์ นักเขียนแบบ นักบิน นักขับรถ จิตรกร เป็นต้น (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 147) นอกจากนี้ แรนนักซี่ (Rannucci. 1964 : 19 - 23) กล่าวว่า "การเรียนคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชา เวลาแก้ปัญหาโจทย์จำเป็นต้องใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยการขีดเขียนรูปหรือจินตนาการภาพขึ้น ถ้าสามารถมองเห็นรูปที่สัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น"

ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บราวน์และจอห์นสัน (Brown and Johnson. 1965 : 3 - 4) พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี และในปัจจุบันนี้จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายหนึ่งกำหนดไว้ว่า ต้องการให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สสวท. (ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สินานุเคราะห์. 2523 : 76 - 77) กำหนดไว้ทั้งหมด 8 ลักษณะ มีทักษะหนึ่งกำหนดไว้คือ ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ ซึ่งหมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ และเวลา เป็นต้น ซึ่งทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตินี้จะช่วยพัฒนาความสามารถในการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ทุกแขนง (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ หบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 68)

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้กันทั่วไปนั้น มีรูปแบบแตกต่างกันออกไป ดังเช่น สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2524 : 45 - 52) ได้เสนอรูปแบบไว้ 6 แบบ คือแบบหมุนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบพับล็อก และแบบประกอบภาพให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส วัฒฌา วิศาลาภรณ์ (2522 : 46) ได้เสนอไว้ 7 แบบดังนี้ แบบหมุนภาพ แบบตัดรูป แบบต่อภาพ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบพับกระดาษ และแบบพับกล่อง สำหรับ หองหอ วิภาวิน (2524 : 73 - 81) ได้เสนอรูปแบบไว้ 8 แบบ คือแบบซ้อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบแยกภาพ แบบพับลูกบาศก์ แบบพับรูป และแบบตัดกระดาษ นอกจากนี้ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2525 : 118 - 128) ได้เสนอรูปแบบของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ไว้ 10 แบบ ดังนี้ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ แบบพับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะมีแบบทดสอบหมุนภาพอยู่ด้วยเสมอ แม้แต่ในแบบทดสอบมาตรฐานของต่างประเทศก็ใช้แบบทดสอบหมุนภาพวัดความถนัด เช่น แบบทดสอบ Army Beta (Anastasi. 1961 : 224 - 269) แบบทดสอบ Primary Mental Ability (PMA) ของ เธอร์สโตน (Cronbach. 1970 : 326 - 327) แบบทดสอบ

Differential Aptitude Test (DAT) (Nunnally. 1964 : 233) และแบบทดสอบ Guilford-Zimmerman Aptitude Survey (Buros. 1959 : 715) นอกจากนี้จากการศึกษาแบบต่าง ๆ ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 73) พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซึ่งแยกเป็น แบบทดสอบตัดกระดาษ แบบทดสอบขอนภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบขอนภาพ แบบทดสอบต่อภาพ และแบบทดสอบหาด้านตรงข้ามนั้น มีน้ำหนักองค์ประกอบมิติสัมพันธ์สูงทุกแบบ นอกจากนั้นยังพบว่าแบบทดสอบทุกรูปแบบมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพนั้น เป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใด ต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่นบอกว่าหมุนภาพที่กำหนดให้ไปตามแนวการหมุนของเข็มนาฬิกา หรือ จะบอกว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ (สวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2525 : 124) ซึ่งจากการทดลองของ เซดดอน และคนอื่น ๆ (Seddon and others. 1984 : 25) ได้ใช้แบบทดสอบหมุนภาพที่มีลักษณะดังนี้คือ ข้อสอบแต่ละข้อจะกำหนดภาพมาให้ แล้วถามว่าเมื่อภาพที่กำหนดให้นั้นหมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y หรือหมุนรอบแกน Z โดยหมุนรอบเพียงแกนใดแกนหนึ่งเท่านั้น ภาพนั้นจะเปลี่ยนไปเป็นภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา 4 ตัวเลือก ซึ่งในการทดลองนั้นจะหมุนทำมุมขึ้นทีละ 10° 30° และ 60° ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบว่าหมุนทำมุมขึ้นทีละเท่าไรถึงจะทำให้เห็นความคลาดเคลื่อนของภาพได้ดีกว่ากัน ซึ่งจากผลการทดลองปรากฏว่าหมุนทำมุมขึ้นทีละ 10° ดีที่สุด รองลงมาคือหมุนทำมุมขึ้นทีละ 30°

สำหรับโครงสร้างของภาพโดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ อันได้แก่ สิ่งที่แสดงถึงรูปร่าง รูปทรง ขนาด เครื่องชี้แนะถึงระยะทางและทิศทาง ซึ่ง ความสลับซับซ้อนของสิ่งที่เห็นในภาพ การบิดเบือนภาพในลักษณะต่าง ๆ ความยากง่ายของเนื้อหาสาระที่บรรจุเข้าไปในภาพ เป็นต้น (ศิลปชัย จำปาทอง. 2522 : 9) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเปลี่ยนรายละเอียดในรูปภาพในปริมาณที่ต่างกันนั้น จะมีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอดของตัวผู้เรียน (ศิลปชัย จำปาทอง. 2522 : 85) และองค์ประกอบภายในรูปภาพที่ทำให้แบบทดสอบมีความยากง่ายต่างกัน ก็คือ ความลึก แสงเงา ตำแหน่ง รูปทรง และขนาด (Campbell. 1961 : 899 - 913) นอกจากนั้น มัลฮอลแลนด์ และคนอื่น ๆ (Mulholland and others.

1980 : 252 - 284) พบว่าการเพิ่มจำนวนรายละเอียดในโครงสร้าง และเพิ่มจำนวนความสัมพันธ์ จะทำให้ความยากของข้อสอบเพิ่มขึ้น ซึ่งขัดกับงานวิจัยของ พิมพาภรณ์ นุรมิตเจียรพันธุ์ (2531 : 71 - 72) พบว่าคุณภาพของแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาระหว่างภาพที่มีแรเงา กับภาพที่ไม่มีแรเงา ไม่แตกต่างกันเชื่อมั่นได้ที่ระดับ .05

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ เป็นแบบทดสอบหนึ่งที่สำคัญในการวัดความสามารถทางสมองของของมนุษย์ แต่ยังไม่มีนักวิชาการท่านใดศึกษาเปรียบเทียบว่า ถ้ามีลักษณะการหมุนภาพแตกต่างกันออกไป ได้แก่ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z โดยใช้ภาพที่ต่างกัน คือ ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา จะมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบเพียงใด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ และจะเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้แบบทดสอบต่อไป

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ระหว่างการใช้ภาพที่มีแรเงา กับภาพที่ไม่มีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา

4. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่ใช้ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา ในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน X แบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Y และในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Z ตามลำดับ

5. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา

6. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา

7. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่ใช้ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา ในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน X แบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Y และในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Z ตามลำดับ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้รูปแบบของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้แบบทดสอบ ตลอดจนเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 7 กรุงเทพมหานคร จำนวน 14 โรงเรียน และมีจำนวนนักเรียน 2,222 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 7 กรุงเทพมหานคร จำนวน 13 โรงเรียน และมีจำนวนนักเรียน 2,034 คน

3. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบดังกล่าว สร้างโดยใช้ลักษณะการหมุนภาพ 3 แบบ คือ หมุนรอบแกน X

หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ลักษณะของภาพเป็นภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา โดยที่รูปทรงของภาพเป็นรูปเหลี่ยม 3 มิติ

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ได้แก่

4.1.1 ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X

4.1.2 ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y

4.1.3 ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z

4.1.4 ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X

4.1.5 ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y

4.1.6 ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z

4.2 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่

4.2.1 ค่าความยาก

4.2.2 ค่าอำนาจจำแนก

4.2.3 ค่าความเชื่อมั่น

นิยามศัพท์เฉพาะ:

1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดภาพ 3 มิติ มาให้ 1 ภาพ แล้วให้ผู้ตอบหาคำตอบว่า ถ้าภาพนั้นหมุนเปลี่ยนทิศทางไปแล้ว จะได้ภาพที่มีลักษณะอย่างไร ซึ่งแบบทดสอบแต่ละฉบับจะกำหนดให้หมุนภาพเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น

2. รูปแบบของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ หมายถึง ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งแตกต่างกันดังนี้

ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X

ฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y

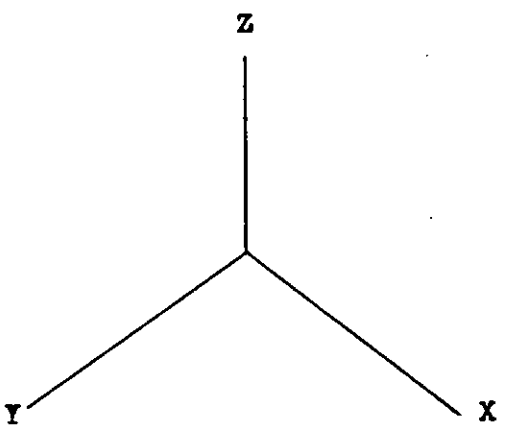
ฉบับที่ 3 เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z

ฉบับที่ 4 เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X

ฉบับที่ 5 เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y

ฉบับที่ 6 เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z

3. ลักษณะการหมุนของภาพ หมายถึง ลักษณะที่กำหนดให้ภาพหมุนเปลี่ยนทิศทางไป ในที่นี้ผู้วิจัยกำหนดลักษณะการหมุนของภาพเป็น 3 แบบ คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z โดยกำหนดแกนแต่ละแกน ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 การกำหนดแกน

จากภาพประกอบ 1 แกน X แกน Y และแกน Z ตั้งฉากซึ่งกันและกัน

4. ชนิดของภาพในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ หมายถึง การกำหนดรายละเอียดของภาพในลักษณะดังต่อไปนี้

4.1 ภาพแรเงา เป็นภาพที่เกิดจากการระบายสีทึบเพียงด้านใดด้านหนึ่งของภาพ

4.2 ภาพไม่แรเงา เป็นภาพลักษณะเดียวกันกับภาพแรเงา เพียงแต่ไม่มีการระบายสีลงในภาพเลย

5. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

5.1 ค่าความยากของแบบทดสอบ (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบคำถามข้อนี้ถูก ค่าความยากดังกล่าวเป็นค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{\triangle}$) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งหาค่าความยากมาตรฐานรายข้อได้โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และเปิดตารางหาค่าความยากมาตรฐานรายข้อจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เต๋ห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

5.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพสูง และกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพต่ำ ซึ่งคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกได้โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และใช้ค่าอำนาจจำแนกจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เต๋ห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

5.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่สามารถวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพของนักเรียนได้คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร Kuder-Richardson 20 (KR-20)

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิปริญญาโททางการวัดผลการศึกษา จำนวน 5 ท่าน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ทฤษฎีของเชาวน์ปัญญาและความถนัด
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการหมุนภาพ
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของแบบทดสอบเมื่อเปลี่ยนรูปภาพ

ทฤษฎีของเชาวน์ปัญญาและความถนัด

ทฤษฎีของเชาวน์ปัญญาและความถนัดในปัจจุบันมีหลายทฤษฎีด้วยกัน แต่ที่กล่าวพาดพิงถึงองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์มากที่สุดมีอยู่ 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ ทฤษฎีลำดับขั้น และทฤษฎีแบบจำลองโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory) ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอเมริกา ชื่อ เธอร์สโตน (Thurstone) เมื่อปี ค.ศ. 1938 โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Abilities) มี 7 องค์ประกอบ ดังนี้ (Anastasi. 1982 : 366 - 368)

1.1 องค์ประกอบด้านความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension : V) เป็นความสามารถในการอ่านเข้าใจ อุปมาอุไมยทางภาษา การจัดเรียงประโยค และการจับคู่ของคำภาษิต ซึ่งความสามารถเหล่านี้วัดด้วยแบบทดสอบด้านภาษา

1.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency : W) เป็นความสามารถในการเอาตัวอักษรมาผสมสร้างคำ หาคำที่มีเสียงพ้องกัน บอกชื่อคำตามที่กำหนด เช่น บอกชื่อของเด็กผู้ชาย คำที่ขึ้นต้นด้วยอักษร T

1.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number : N) เป็นความสามารถในการคำนวณได้รวดเร็วและถูกต้องในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิต

1.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space : S) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูง ใกล้ไกล และความสามารถการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการแปลงรูป

1.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Associative Memory : M) เป็นความสามารถในการท่องจำ ระลึก เรื่องราว เหตุการณ์และสิ่งของต่าง ๆ ได้รวดเร็วถูกต้อง

1.6 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perception Speed : P) เป็นความสามารถในการมองเห็นความเหมือน และความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็วและถูกต้อง

1.7 องค์ประกอบด้านเหตุผลทั่วไป (General Reasoning : R) บางทีใช้ Induction : I เป็นองค์ประกอบที่ความหมายยังไม่กระจ่างชัดนัก เธอร์สโตน มองเห็นองค์ประกอบด้านนี้ในรูปของการให้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน ในระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่า ความสามารถด้านนี้สามารถวัดได้ด้วยเหตุผลทางตรรกวิทยานั่นคือ เหตุผลทั่วไปนี้จะวัดได้ดีต้องวัดด้วยแบบทดสอบคณิตเหตุผล

2. ทฤษฎีลำดับขั้น (Hierarchical Theory) ทฤษฎีนี้นักจิตวิทยากลุ่มหนึ่งคือ เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) ชาวอังกฤษ และฮัมเฟรย์ (Humphreys) ชาวอเมริกา โดยเฉพาะ เวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างของสมองตามทฤษฎีขององค์ประกอบของ สเปียร์แมน เขาเสนอว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factor : G-Factor) แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal-Education (V : ed) และ Practical-Mechanical (K : m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้ง 2 รวมเรียกว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ทั้ง 2 ยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ดังนี้ Verbal-Education แบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยด้านภาษา (Verbal) ด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ ส่วน Practical-Mechanical แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยด้านความรู้เชิงจักรกล (Mechanical-Information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการใช้การประสานงานของกล้ามเนื้อ (Psychomotor Abilities) และอื่น ๆ อีก องค์ประกอบย่อยดังกล่าวรวมเรียกว่า Minor Group Factors และองค์ประกอบย่อยแต่ละองค์ประกอบยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อีก ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบระดับต่ำสุดเรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) (Anastasi. 1982 : 370 - 371)

5. ทฤษฎีแบบจำลองของโครงสร้างทางสมอง (The Structure-of-Intellect Theory) สร้างโดย กิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา โดยได้ศึกษาขยายทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ เธอร์สโตน ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสติปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้น แล้วเสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ในปี ค.ศ. 1967 อธิบายโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three-Dimensional Model) ดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 20 - 21)

มิติที่หนึ่ง : วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดอเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่สอง : เนื้อหา (Contents) แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) แบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถเฉพาะอย่างตามทฤษฎีลำดับขั้นของ เวอร์นอน เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถพื้นฐานทางสมองตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ เธอร์สโตน และเป็นจุลภาคหนึ่ง (Micro-Model) ตามทฤษฎีของ กิลฟอร์ด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสมองด้านการรู้จักและเข้าใจภาพในรูปการแปลงรูป (Cognition of Figural Transformation : CFT) คือ แบบทดสอบหมุนภาพ

<u>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์</u>

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบวัดความถนัดที่ไม่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง (บุญชม ศรีสะอาด. 2513 : 9 ; อ้างอิงมาจาก Michael. 1950 : 187 - 213) ซึ่งความสามารถทางสมอง

ด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังครอบคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกันหรือซ่อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพ ผสมภาพ ก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า อันไหนอยู่ใกล้อยู่ไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 79) ผู้ที่มีความถนัดทางด้านนี้เหมาะที่จะเรียนและประกอบอาชีพทางด้านวิศวกร ช่างเทคนิค นักออกแบบ สถาปนิก นักตกแต่ง นักวิทยาศาสตร์ นักเขียนแบบ นักบิน นักขับรถ จิตรกร เป็นต้น (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 147)

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้กันทั่วไปนั้น มีรูปแบบแตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

วัญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 46) ได้เสนอไว้ 7 แบบ ดังนี้ แบบหมุนภาพ แบบคัดรูป แบบต่อภาพ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบพับกระดาษ และแบบพับกล่อง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2525 : 118 - 128) เสนอรูปแบบไว้ 10 แบบ ดังต่อไปนี้ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบคัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย

ทองห่อ วิภาวิน (2524 : 73 - 81) ได้เสนอรูปแบบไว้ 8 แบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบแยกภาพ แบบพับลูกบาศก์ แบบพับรูป และแบบคัดกระดาษ

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2524 : 45 - 52) ได้เสนอรูปแบบไว้ 6 แบบ คือ แบบหมุนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับบล็อก และแบบประกอบภาพให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์จะมีแบบทดสอบหมุนภาพอยู่ด้วยเสมอ แม้แต่ในแบบทดสอบมาตรฐานของต่างประเทศก็มีแบบทดสอบหมุนภาพอยู่ด้วย เช่น แบบทดสอบ Army Beta เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดเลือกทหารในสงครามโลกครั้งที่ 1 โดยใช้ทดสอบกับทหารที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศ และทหาร

ที่อ่านภาษาอังกฤษไม่ได้ ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ (Anastasi. 1961 : 224 - 269) แบบทดสอบ Primary Mental Ability (PMA) ของ เธอร์สโตน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ 2 มิติบนพื้นราบ แบบทดสอบ 3 มิติ แบบเล็งทิศทาง แบบตัดกระดาษ และแบบนับลูกบาศก์ (Cronbach. 1970 : 326 - 327) แบบทดสอบ Differential Aptitude Test (DAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพ ของสมาคมจิตวิทยาของสหรัฐ เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับเด็กอายุ 8 - 12 ปี ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 7 ฉบับ ซึ่งมีแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพรวมอยู่ด้วย (Munnally. 1964 : 233) และแบบทดสอบ Guilford-Zimmerman Aptitude Survey ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 ชนิด คือ Form B เป็นแบบหมุนภาพ และ Form A เป็นแบบเล็งทิศทาง (Buros. 1959 : 715)

นอกจากนี้จากการวิจัยของ บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 73) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 8 แบบ คือ แบบตัดกระดาษ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ และแบบหาด้านตรงข้าม พบว่าแต่ละแบบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก โดยมีค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .44 ถึง .65 นอกจากนี้ยังพบว่ามีน้ำหนักองค์ประกอบมิติสัมพันธ์สูงทุกแบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ภัทรชากร (2520 : 28) ซึ่งใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์เพียง 5 แบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบต่อภาพ และแบบนับลูกบาศก์

<u>ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการหมุนภาพ</u>

ลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ มีผู้ที่กล่าวไว้อย่างละเอียด มีดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2525 : 124) กล่าวว่า แบบทดสอบหมุนภาพเป็นแบบทดสอบที่กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใดต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่น บอกว่าหมุนภาพที่กำหนดให้ไปตามแนวการหมุนของเข็มนาฬิกา หรือ จะบอกว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็ได้

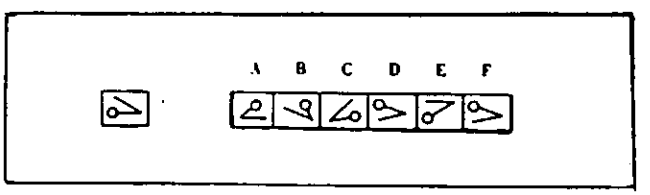
บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 55) กล่าวว่า แบบทดสอบหมุนภาพ (Rotating Picture) จะมีภาพให้ดูทางซ้ายมือ ให้คิดดูว่าถ้าหมุนภาพนี้ในแนวตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา จะมีลักษณะเหมือนภาพใด

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2528 : 153) กล่าวว่า แบบทดสอบหมุนภาพเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการมองภาพที่เปลี่ยนทิศทางไป โดยที่ขนาดและรูปร่างไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ข้อสอบแบบนี้จะกำหนดภาพมาให้พิจารณาก่อน 1 ภาพ แล้วให้จินตนาการว่าถ้าภาพนั้นหมุนเปลี่ยนทิศทาง โดยอาจจะหมุนตามเข็มนาฬิกา หรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา ภาพที่หมุนไปแล้วจะได้ภาพที่มีลักษณะอย่างไร

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าลักษณะการหมุนภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพนั้นจะหมุนภาพอย่างไรก็ได้ แต่ต้องบอกไว้ให้ชัดเจนว่าภาพที่เรากำหนดให้จะหมุนไปทางใด

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้กันทั่วไปนั้น มีลักษณะการหมุนภาพ และชนิดของรูปภาพแตกต่างกันมากมาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

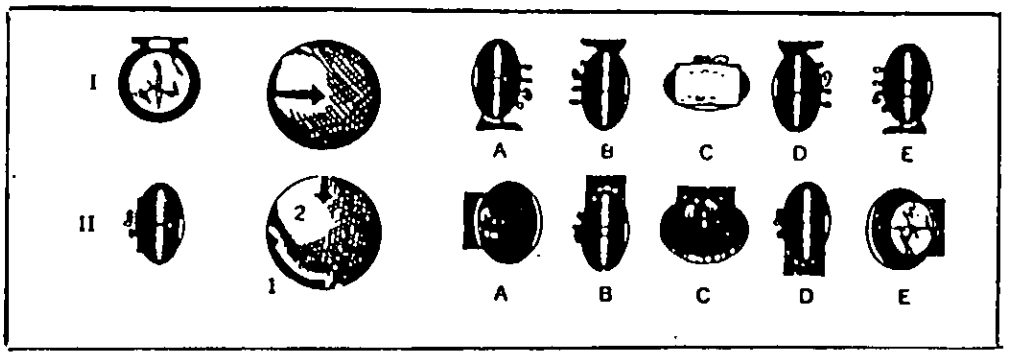
แบบทดสอบหมุนภาพของ Primary Mental Abilities Tests (PMA) มีลักษณะดังแสดงในภาพประกอบ 2 (Anastasi. 1961 : 349)



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบหมุนภาพของ PMA (1941)

ลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบหมุนภาพของ PMA รูปทรงของภาพจะเป็นภาพสองมิติ และมีลักษณะการหมุนภาพเป็นแบบ หมุนทวนเข็มนาฬิกา หรือ หมุนตามเข็มนาฬิกา โดยที่ในแต่ละข้อมีคำตอบถูกได้หลายคำตอบ

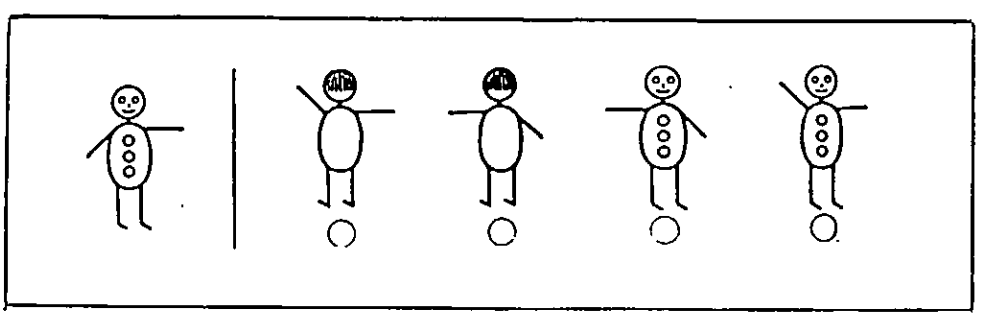
แบบทดสอบหมุนภาพของ Guilford-Zimmerman Aptitude Survey ชนิด Form B มีลักษณะดังแสดงในภาพประกอบ 3 (Guilford. 1971 : 101)



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบหมุนภาพของ Guilford-Zimmerman Aptitude Survey ชนิด Form B (1952)

ลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบหมุนภาพของ Guilford-Zimmerman Aptitude Survey ชนิด Form B รูปทรงของภาพเป็นรูปสามมิติ โดยเป็นรูปนามธรรม ลักษณะการหมุนภาพจะหมุนได้หลายทิศทาง แล้วแต่คำสั่งในแต่ละข้อ ซึ่งทิศทางการหมุนจะใช้ลูกศรกำกับ และจะมีตัวเลขกำกับเมื่อมีการหมุนภาพมากกว่า 1 ครั้ง (เช่นข้อ II)

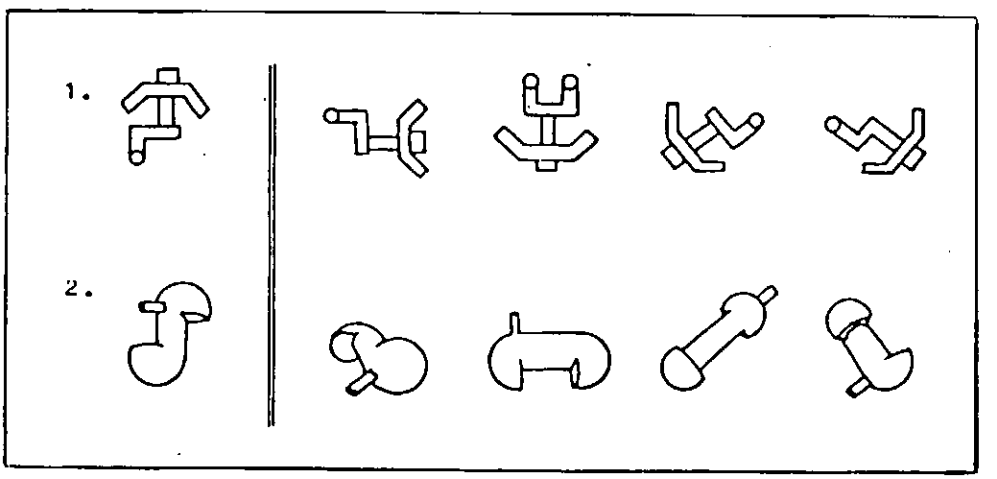
แบบทดสอบหมุนภาพของ Pintner Non-Language Test มีลักษณะดังแสดงในภาพประกอบ 4 (Anastasi. 1961 : 252)



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบหมุนภาพของ Pintner Non-Language Test

ลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบหมุนภาพของ Pintner Non-Language Test รูปทรงของภาพจะเป็นภาพหุ่น โดยเป็นรูปสองมิติ ลักษณะการหมุนจะเป็นแบบหมุนกลับหลังหัน

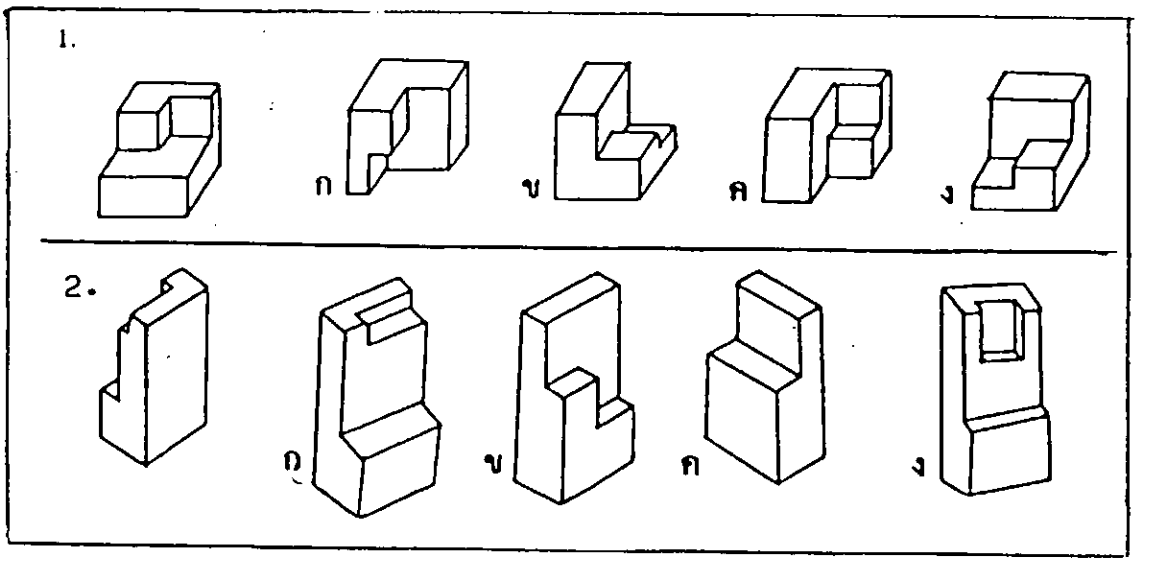
ในปี ค.ศ. 1954 โทมัส (Thomas. 1954 : 112) ได้เสนอรูปแบบการหมุนภาพของแบบทดสอบหมุนภาพดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างข้อสอบหมุนภาพของ Thomas (1954)

ลักษณะข้อสอบหมุนภาพของ Thomas รูปทรงของภาพเป็นรูปสองมิติ หรือ สามมิติ ลักษณะการหมุนของภาพ มีทั้งหมุนเพียงระนาบเดียว (ข้อ 1) และหมุนสองระนาบ (ข้อ 2)

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2526 : 229) ได้เสนอรูปแบบการหมุนภาพของแบบทดสอบหมุนภาพดังแสดงในภาพประกอบ 6

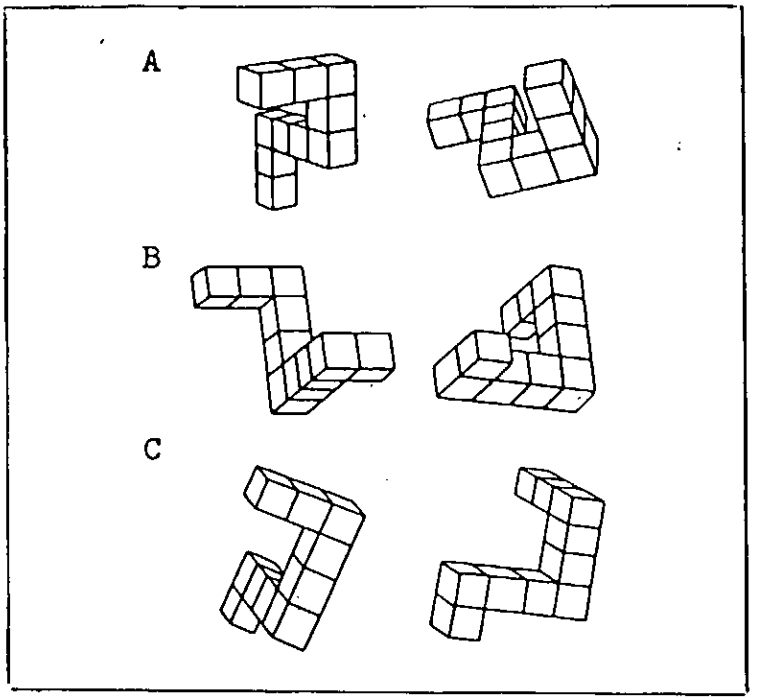


ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างข้อสอบหมุนภาพของ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์

ลักษณะข้อสอบหมุนภาพของ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ รูปทรงของภาพเป็นรูปสามมิติ ลักษณะการหมุนของภาพ มีทั้งหมุนเพียงระนาบเดียว (ข้อ 2) และหมุนสองระนาบ (ข้อ 1)

มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการหมุนของภาพ ดังนี้คือ

ในปี ค.ศ. 1971 เรย์พาร์ด และเมทสเลอร์ (Reynolds and Flagg. 1983 : 159 ; citing Shepard and Metzler. 1971) ได้ศึกษาลักษณะการหมุนของภาพสามมิติ โดยรูปทรงของภาพเป็นแบบลูกบาศก์ซ้อนกัน ในแต่ละข้อจะมีภาพมาให้ 2 รูป แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาดูว่ารูปทั้งสองมีลักษณะการหมุนตรงกับตัวเลือกใดใน A, B หรือ C ดังแสดงในภาพประกอบ 7

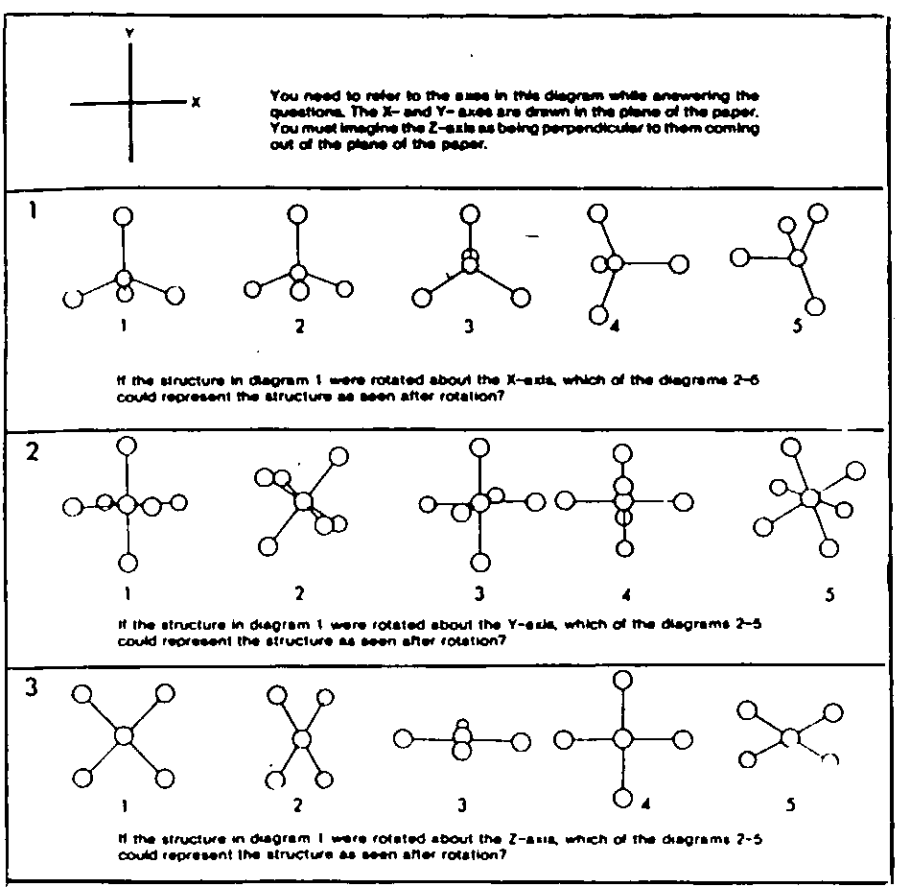


ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบของ Shepard and Metzler (1971)

จากภาพประกอบ 7 ตัวเลือก A ทั้งสองรูปนั้นเป็นภาพเดียวกันที่เกิดจากการหมุนภาพบนระนาบของกระดาษ (บนลงล่าง และล่างขึ้นบน) ตัวเลือก B ทั้งสองรูปนั้นเป็นภาพเดียวกันที่เกิดจากการหมุน กลับจากหน้าไปหลัง (หมุนรอบเส้นตั้งฉาก หรือหมุนตามความลึกของภาพ) และตัวเลือก C ทั้งสองรูปนั้นไม่ได้เกิดจากภาพเดียวกัน ไม่ว่าจะหมุนภาพด้วยวิธีใดก็ตาม ผลการวิจัยปรากฏว่า ยิ่งเพิ่มจำนวนองศาในการหมุนมากเท่าใด (แต่ไม่เกิน 180) ผู้ตอบจะใช้เวลาในการทำแบบทดสอบเพิ่มมากขึ้นเป็นแนวเส้นตรง โดยเฉพาะภาพคู่ตัวเลือก A จะใช้เวลามากกว่า

มีงานวิจัยของ เซดดอน และคนอื่น ๆ (Seddon and others. 1984 : 25) ได้ทำการทดลองเพื่อหาวิธีแก้ไขนักเรียนที่มองภาพ 3 มิติที่กำหนดให้นั้น เมื่อภาพหมุนไปแล้วภาพจะเปลี่ยนไปอย่างไร เหตุที่พวกเขาต้องการทดลองเป็นเพราะนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถที่จะเข้าใจว่า เมื่อหมุนภาพ 3 มิติไปแล้ว ภาพนั้นจะเปลี่ยนไปอย่างไร ซึ่งการจะเข้าใจเรื่องเหล่านี้ได้ดี นักเรียนจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับความตื้นลึกของภาพหรือรูปจำลอง และมองเห็นความสัมพันธ์

ความคิดรวบยอดของภาพที่เปลี่ยนไปหลังจากภาพเกิดการหมุนแล้ว แบบทดสอบที่ใช้มี 2 ฉบับ คือ Rotation Test กับ Cues Test ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิดใช้เพื่อทดสอบว่านักเรียนมีความสามารถในการมองภาพที่หมุนไปแล้วได้ดีเพียงใด โดยเฉพาะ Rotation Test มีลักษณะดังนี้ คือ ข้อสอบในแต่ละข้อจะกำหนดภาพมาให้ แล้วถามว่าเมื่อภาพที่กำหนดให้นั้นหมุนรอบแกนใดแกนหนึ่งใน 3 แกนที่กำหนดให้ คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y หรือหมุนรอบแกน Z ภาพนั้นจะเปลี่ยนไปเป็นภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา 4 ตัวเลือก ตัวอย่างข้อสอบ Rotation Test ดังแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อสอบใน Rotation Test ของ Seddon and others (1984)

การทดลองของ เชพพาร์ด จะเป็นการนำรูปจำลองมาหมุนให้นักเรียนดู แล้วดูว่าหลังจากภาพหมุนไปแล้ว ภาพจะเปลี่ยนไปเป็นรูปใด โดยที่มีการทดลอง 2 ครั้ง การทดลองครั้งที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการจะทราบว่า เมื่อหมุนรูปจำลองไปแล้ว ระหว่างการให้นักเรียนดูรูปจำลองของมันเอง กับการให้นักเรียนดูเงาที่เกิดจากรูปจำลองอย่างไหนดีกว่ากัน ผลปรากฏว่าให้ดูจากเงาดีกว่าดูรูปจำลองของมันเอง ส่วนการทดลองครั้งที่ 2 จะเน้นที่ความคงที่ลักษณะของภาพหลังจากที่ภาพหมุนรอบแกนไปแล้ว โดยดูว่าความคงที่ลักษณะของภาพจะเปลี่ยนไปอย่างไร ซึ่งการหมุนนั้นจะหมุนทำมุมขึ้นทีละ 10° 30° และ 60° ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบว่าหมุนภาพทำมุมขึ้นทีละเท่าใดถึงจะดีที่สุด ผลการทดลองปรากฏว่าหมุนภาพทำมุมขึ้นทีละ 10° ดีที่สุด รองลงมาคือทำมุมขึ้นทีละ 30°

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการหมุนภาพ ไม่เพียงแต่จะหมุนภาพตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกาเท่านั้น แต่สามารถที่จะหมุนรอบแกนใดแกนหนึ่งได้อีกด้วย และถึงแม้ว่าจะมีแบบทดสอบที่มีลักษณะการหมุนภาพรอบแกนใดแกนหนึ่งแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่มีใครศึกษาถึงลักษณะการหมุนภาพรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z ว่าจะมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบเพียงใด ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยใช้ภาพที่มีรูปทรงเป็นรูปเหลี่ยม 3 มิติ

<u>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพของแบบทดสอบเมื่อเปลี่ยนรูปภาพ</u>

แคมเบล (Campbell. 1961 : 899 - 913) กล่าวว่า องค์ประกอบภายในรูปภาพที่ทำให้แบบทดสอบมีความยากง่ายต่างกัน ก็คือ ความลึก แสงเงา ตำแหน่ง รูปทรง และขนาด นอกจากนั้น มัลฮอลแลนด์ และคนอื่น ๆ (Mulholland and others. 1980 : 252) พบว่าการเพิ่มจำนวนรายละเอียดในโครงสร้าง และเพิ่มจำนวนความสัมพันธ์ จะทำให้ความยากของข้อสอบเพิ่มขึ้น

ทราเวอร์ส (Travers. 1964 : 1 - 5) ได้ศึกษาถึงผลของการเพิ่มรายละเอียดลงไปในรูปภาพ โดยเริ่มจากภาพลายเส้นง่าย ๆ ซึ่งมีรายละเอียดน้อย ภาพแสงเงา (Half-Tone) ซึ่งมีรายละเอียดเพิ่มมาก ขึ้นไปจนถึงภาพถ่ายเหมือนจริง ซึ่งมีรายละเอียดของสิ่งเร้าปรากฏมากที่สุด พบว่าเด็กจะเรียนความคิดรวบยอดจากภาพลายเส้นง่าย ๆ ซึ่งมีรายละเอียดน้อย

171847

ได้ดีกว่าภาพที่มีรายละเอียดเหมือนจริง ต่อมาในปี 1967 ทราเวอร์ส (Gorman. 1973 : 338 ; citing Travers. 1967) กล่าวว่าถ้ารูปภาพได้ส่งเนื้อหาออกไปภายในขอบเขตเฉพาะที่จำเป็น และลดรายละเอียดอื่น ๆ ที่ไม่สัมพันธ์อยู่ภายในขอบเขตนั้น ๆ จะทำให้การส่งข่าวสารข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าที่จะบรรจุรายละเอียดลงไปมาก ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วายเออร์ ที่ทำติดต่อกันหลายครั้ง (Dwyer. 1967a : 250 - 263, 1967b : 34 - 42, 1968 : 1 - 7, 1969a : 185 - 195, 1969b : 30 - 37 and 1969c : 61 - 64) ได้ยืนว่าการเพิ่มจำนวนของข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ลงไปในรูปภาพ จะไม่ทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนที่สัมพันธ์กันเลย

บราวน์ และอาร์เชอร์ (Andreas. 1968 : 514 - 517 ; citing Brown and Archer. 1956) ใช้สิ่งเร้ารูปภาพที่เป็นทรงเรขาชนิดต่าง ๆ พบว่าผู้เรียนจะเรียนความคิดรวบยอดได้ดีที่สุดในสิ่งเร้าที่ไม่มีองค์ประกอบอื่นเข้ามารบกวน เช่น เกี่ยวกับตำแหน่งของวัตถุ ขนาด จำนวน การให้เงา และมุมของวัตถุ เป็นต้น ส่วนในสิ่งเร้าที่มีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกันเพิ่มเข้ามา จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการตอบสนองสิ่งเร้าในการเรียนความคิดรวบยอดนั้นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ฮันท์ (Hunt. 1962 : 111 - 117) กล่าวว่า เมื่อเพิ่มองค์ประกอบอื่นเข้าไปมากขึ้น การตอบสนองของผู้เรียนในการเรียนความคิดรวบยอด จะผิดพลาดมากขึ้นด้วยเป็นอัตราส่วนตามกัน ซึ่งย่อมจะหมายถึงผู้เรียนจะเรียนความคิดรวบยอดกับสิ่งเร้าในลักษณะนี้ได้ยากขึ้น และจากการวิจัยของวอล์คเกอร์ และเบิร์น (Walker and Bourne. 1961 : 410 - 417) พบว่า การลดจำนวนรายละเอียดของข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกันให้มีน้อยลง ทำให้คำตอบของผู้เรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดนั้นผิดพลาดมากขึ้น และถึงแม้ว่าจะเพิ่มรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันลงไปในอัตราที่เพิ่มขึ้น คำตอบของผู้เรียนก็ยังคงผิดมากขึ้น

อาร์เชอร์ (Archer. 1965 : 454 - 460) มีความสนใจในปัญหาทางด้านความเด่นชัดของคุณสมบัติในมิติต่าง ๆ ของสิ่งเร้า ว่าจะเข้ามามีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอดของผู้เรียนอย่างไรบ้าง เครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นรูปภาพทรงเรขาต่าง ๆ คุณสมบัติที่เด่นชัด ได้แก่ รูปทรง (สี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมคางหมู) ขนาด (เล็กและใหญ่) สี (เขียวและแดง) ส่วนคุณสมบัติที่ไม่เด่นชัดได้แก่ จำนวน (1 รูป และ 2 รูป) จุดในภาพ

(จุดขาวและจุดดำ) มุมของรูป (เปลี่ยนจำนวนองศาที่ต่างกันไปเล็กน้อย) และการแรเงาภาพ ผลการทดลองพบว่าสิ่งเร้าที่เกี่ยวกับขนาดและรูปทรงจะช่วยให้ผู้เรียนจัดประเภทของความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าสิ่งเร้าอื่น ๆ โดยที่สิ่งเร้าที่เกี่ยวกับขนาดช่วยให้ผู้เรียนจัดประเภทของความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าสิ่งเร้าที่เป็นรูปทรง ส่วนสิ่งเร้าอื่น ๆ เช่น สี จำนวน การแรเงา จุด และมุม ไม่มีผลทำให้ผู้เรียนจัดประเภทของความคิดรวบยอดต่างกัน

กรอปเปอร์ (Gropper. 1966 : 50) กล่าวว่ารูปภาพที่เกิดจากการรวมตัวขององค์ประกอบ เช่น สี ขนาดของวัตถุในภาพ รูปทรง รูปร่าง พื้นผิวของวัตถุ ความสัมพันธ์และการเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ยิ่งซับซ้อนมากเท่าใดการตอบสนองต่อสิ่งเร้ายิ่งยากมากขึ้นและอาจไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่ารายละเอียดของภาพที่ทำให้เกิดความซับซ้อนในภาพ จึงมีส่วนกำหนดคุณภาพของรูปภาพด้วย

สำหรับในประเทศไทยมีผู้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบเมื่อเปลี่ยนรูปภาพ ดังนี้ ศิลปชัย จำปาทอง (2522 : 85) ได้ศึกษาผลของการแปรเปลี่ยนรายละเอียดในรูปภาพที่มีต่อการสร้างความคิดรวบยอด ผลปรากฏว่าการเปลี่ยนรายละเอียดในรูปภาพในปริมาณที่ต่างกันนั้นจะมีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอดของตัวผู้เรียน แต่สำหรับ พิมพาภรณ์ นิรมิตเจียรพันธุ์ (2531 : 71 - 72) ได้ศึกษาผลของรูปแบบของข้อสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขา ที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบอุปมาอุปไมย พบว่า ระหว่างภาพที่มีแรเงา กับภาพที่ไม่มีแรเงา คุณภาพของแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขา ไม่แตกต่างกัน เชื่อมั่นได้ที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยและเอกสารทั้งหมดที่กล่าวมา เมื่อมีเรื่องขององค์ประกอบในด้านแสงและเงา มุมของวัตถุ ตำแหน่งของวัตถุ และอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จากการวิจัยที่ผ่านมา พบว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของรูปภาพที่ใช้ในแบบทดสอบ นอกจากนี้งานวิจัยภายในประเทศมีแต่งานวิจัยที่นำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพมาใช้วัดความสามารถทางสมองเท่านั้น ยังไม่มีการศึกษาถึงลักษณะของแบบทดสอบชนิดนี้อย่างจริงจัง โดยเฉพาะในด้านลักษณะการหมุนภาพ ว่าจะมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบเพียงใด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในแง่มุมดังกล่าว เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพให้มีความเหมาะสมต่อไป พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z จะมีค่าความยากต่างกัน

2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพต่างกัน คือ ภาพที่มีแรเงา กับภาพที่ไม่มีแรเงา จะมีค่าความยากต่างกัน

3. ชนิดของภาพ และลักษณะการหมุนภาพ จะส่งผลร่วมกันต่อค่าความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

4. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา จะมีค่าอำนาจจำแนกต่างกัน

5. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา จะมีค่าอำนาจจำแนกต่างกัน

6. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา ในแบบทดสอบที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพรอบแกน X แบบทดสอบที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพรอบแกน Y และในแบบทดสอบที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพรอบแกน Z จะมีค่าอำนาจจำแนกต่างกัน

7. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา จะมีค่าความเชื่อมั่นต่างกัน

8. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา จะมีค่าความเชื่อมั่นต่างกัน

9. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา ในแบบทดสอบที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพรอบแกน X แบบทดสอบที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพรอบแกน Y และในแบบทดสอบที่ใช้ลักษณะการหมุนภาพรอบแกน Z จะมีค่าความเชื่อมั่นต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชายหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 7 กรุงเทพมหานคร จำนวน 14 โรงเรียน มีห้องเรียน 61 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 2,222 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชายหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 7 กรุงเทพมหานคร จำนวน 13 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 57 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียน 2,034 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) มีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) ซึ่งเทียบมาจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏว่าต้องใช้ขนาดตัวอย่างต่ำสุดจำนวน 339 คน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 260 ; อ้างอิงมาจาก Yamane. 1967)

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมดในท้องที่การศึกษา 7 โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้จำนวน 57 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 2,034 คน จาก 13 โรงเรียน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1. วัดราชโอรส	5	144
2. สิงหราชพิทยาคม	8	219
3. ศึกษานารีวิทยา	3	119
4. บางมดวิทยา "สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์"	3	141
5. รัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน	4	162
6. แจงร้อนวิทยา	5	179
7. บางปะกอกวิทยาคม	5	156
8. วัดอินทาราม	4	116
9. มัธยมวัดคาวคนอง	2	65
10. ธนบุรีวรเทพีพลารักษ์	4	137
11. วัดพุทธบูชา	1	24
12. ศึกษานารี	10	480
13. อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย	3	92
รวม	57	2,034

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียนที่ได้ในขั้นที่ 2 ออกเป็นห้องละ 6 กลุ่มย่อย เพื่อใช้ในการศึกษา โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ เป็นขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

2. สร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพมีแรเงา โดยมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ฉบับแรกเป็นภาพที่หมุนรอบแกน X ฉบับที่สองเป็นภาพที่หมุนรอบแกน Y และฉบับที่สามเป็นภาพที่หมุนรอบแกน Z แต่ละฉบับมีจำนวน 60 ข้อ

3. การสร้างตัวเลือก โดยนำคำตอบของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีโครงสร้างของรูปภาพเดียวกัน แต่ต่างกันที่ลักษณะการหมุนของภาพเป็นตัวเลือก และสร้างตัวลวง 2 ตัว ที่เกิดจากการหมุนรอบแกน 2 แกน ซึ่งได้มาโดยการสุ่ม รวมเป็น 5 ตัวเลือก

4. นำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงตามนิยามเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าผู้เชี่ยวชาญ 3 ใน 5 เห็นว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงกับที่นิยามไว้ถือว่าใช้ได้

5. นำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) จำนวน 15 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 600 คน จากโรงเรียน 7 โรง ดังนี้

1. โรงเรียนสตรีวัดระฆัง	2 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	83	คน
2. โรงเรียนปัญญาวรคุณ	2 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	88	คน
3. โรงเรียนบางแคปานชำวิทยา	2 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	85	คน
4. โรงเรียนซิโนรสวิทยาลัย	2 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	86	คน
5. โรงเรียนปากน้ำวิทยาคม	2 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	65	คน
6. โรงเรียนวัดรางบัว	2 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	74	คน
7. โรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม	3 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	119	คน

การที่จะทราบว่านักเรียนคนใดทำแบบทดสอบฉบับใด โดยการสุ่มนักเรียนในแต่ละห้องออกเป็น 3 กลุ่มย่อย แล้วสุ่มแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพให้แต่ละกลุ่มทำการสอบ ซึ่งนักเรียนในแต่ละกลุ่มได้แบบทดสอบฉบับที่ต่างกัน แต่นักเรียนในกลุ่มเดียวกันได้แบบทดสอบฉบับที่เหมือนกัน

6. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน โดยใช้หลักถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

7. นำผลที่ได้จากข้อ 6 มาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ค่าจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung-Teh Fan) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ คือ มีค่าความยากระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จึงจะถือว่าข้อนั้นใช้ได้

8. คัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปศึกษา ผู้วิจัยยึดหลักว่า ข้อสอบที่ใช้ได้นั้นเป็นข้อสอบที่แต่ละข้อในแบบทดสอบแต่ละฉบับสร้างมาจากโครงสร้างของรูปภาพเดียวกัน และมีค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คัดเลือกไว้ฉบับละ 30 ข้อ ผลการคัดเลือกได้ข้อสอบที่ใช้ได้ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพมีแรเงา ทั้ง 3 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	จำนวนข้อสอบ	จำนวนนักเรียน	ค่า p อยู่ระหว่าง	ค่า r อยู่ระหว่าง
ฉบับที่ 1	30	200	0.40 ถึง 0.73	0.39 ถึง 0.83
ฉบับที่ 2	30	200	0.34 ถึง 0.69	0.42 ถึง 0.84
ฉบับที่ 3	30	200	0.43 ถึง 0.78	0.48 ถึง 0.89

9. นำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพที่มีแรเงา ที่ได้จากข้อ 8 มาสร้างเป็นภาพที่ไม่มีแรเงา จนครบทุกฉบับ

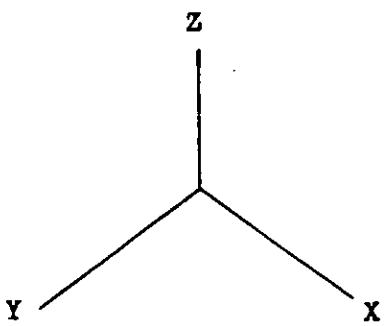
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีของ เชอร์สโตน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มี 5 ตัวเลือก แบบทดสอบแบ่งเป็น 6 ฉบับ จำแนกตามรูปแบบดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 2 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 3 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 4 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 5 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 6 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z จำนวน 30 ข้อ

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ แต่ละฉบับมีคำชี้แจงเกี่ยวกับการกำหนดแกน ดังนี้

คำชี้แจง

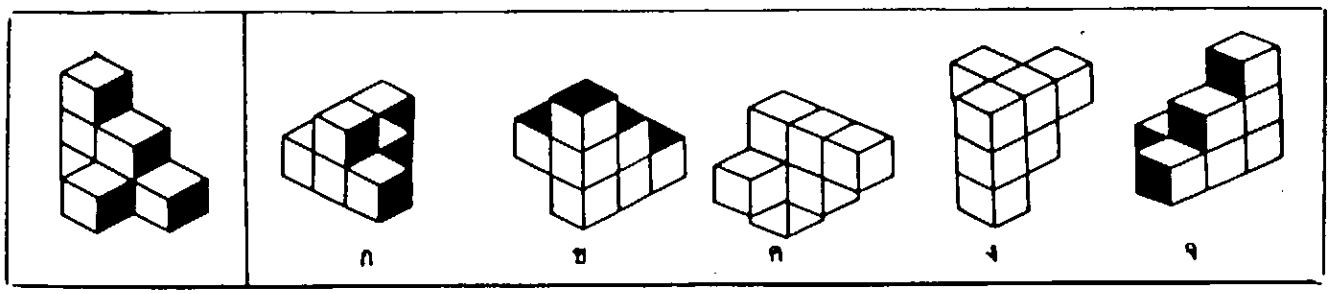


ในการตอบคำถามแต่ละข้อ ให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนด โดยแกน X แกน Y และแกน Z ตั้งฉากซึ่งกันและกัน

สำหรับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพของภาพที่ไม่แรเงา จะมีคำชี้แจงเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแรเงาว่า การแรเงานั้นจะแรเงาเพียงด้านใดด้านหนึ่งของภาพ ดังที่แรเงาให้เห็นไว้เท่านั้น

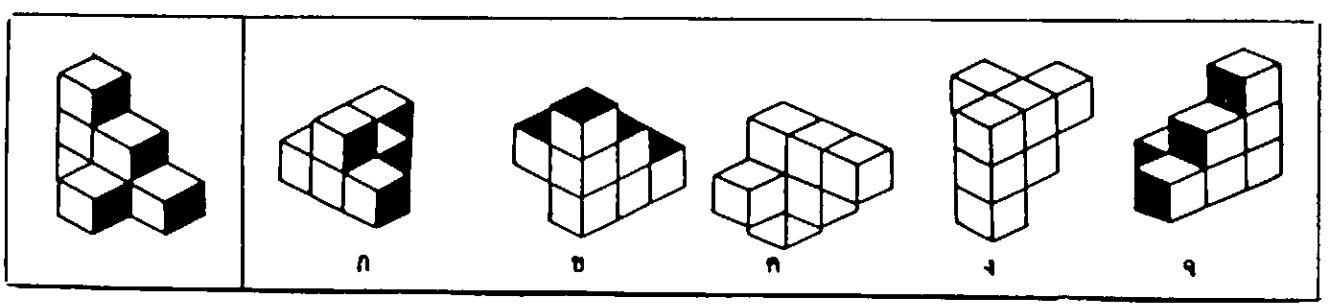
<u>รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า</u>

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X
ตัวอย่างข้อสอบ



ข้อที่ตอบข้อ ก

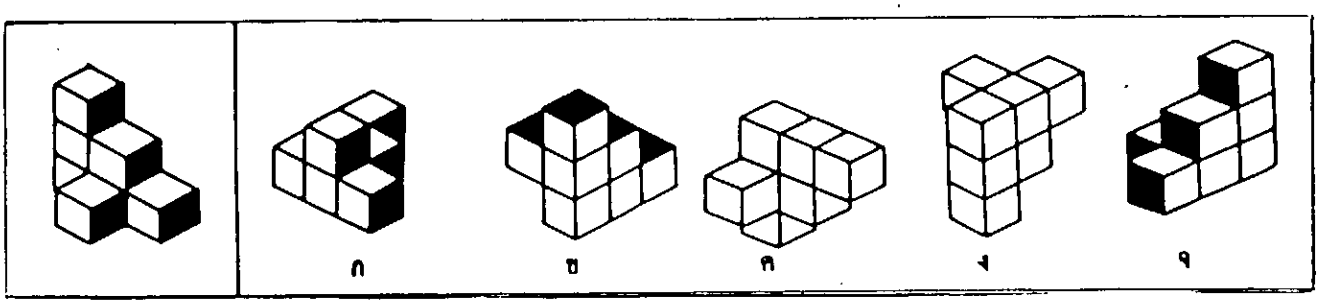
ฉบับที่ 2 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y
ตัวอย่างข้อสอบ



ข้อที่ตอบข้อ ค

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z

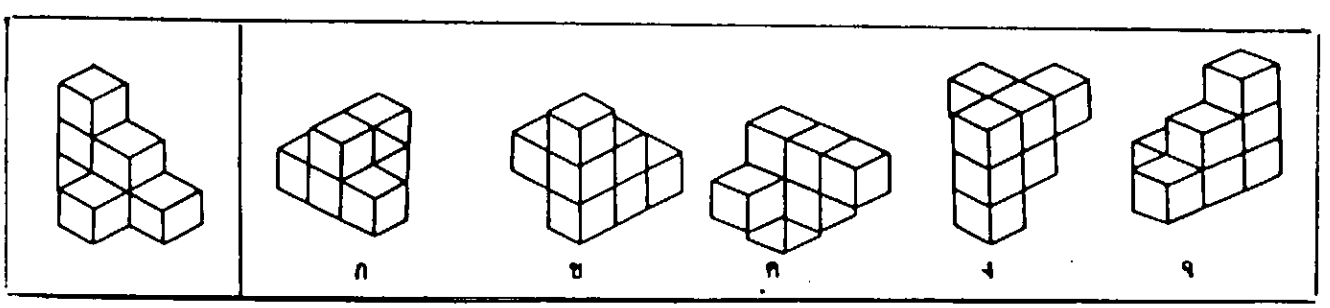
ตัวอย่างข้อสอบ



ข้อที่ตอบข้อ จ

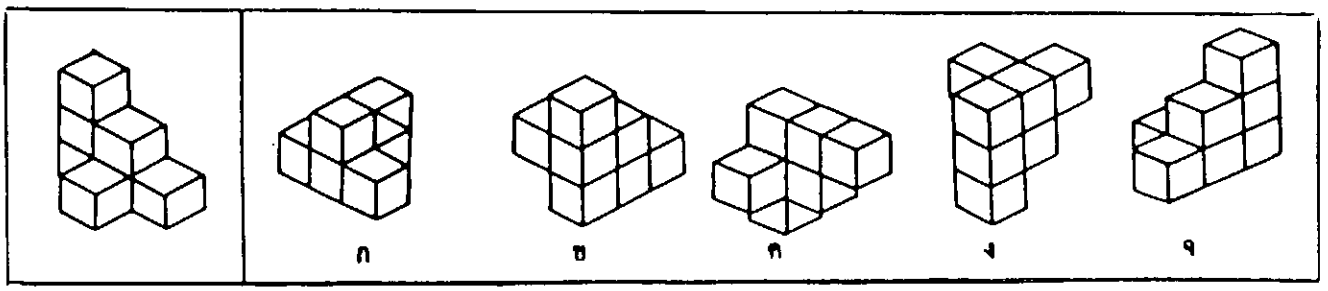
ฉบับที่ 4 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X

ตัวอย่างข้อสอบ



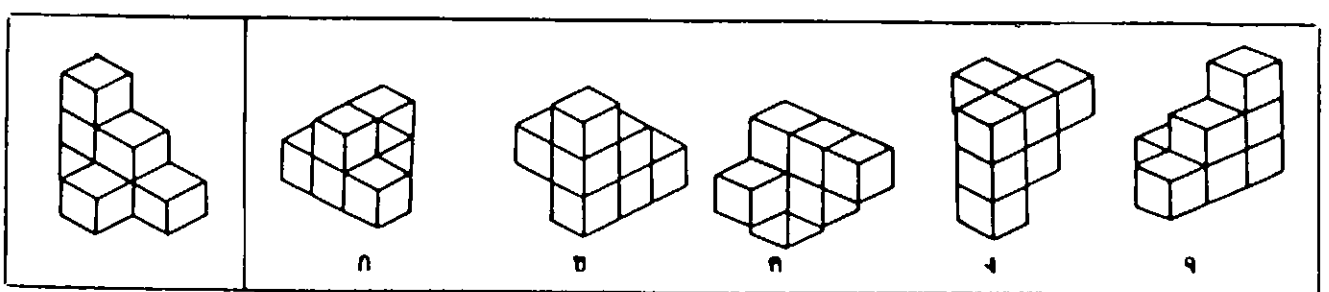
ข้อที่ตอบข้อ ก

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y
ตัวอย่างข้อสอบ



ข้อที่ตอบข้อ ค

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z
ตัวอย่างข้อสอบ



ข้อที่ตอบข้อ จ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียน ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน และนัดหมายวันเวลาเพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ

2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่จะทำการสอบ วางแผนดำเนินการสอบ และผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. สุ่มนักเรียนในแต่ละห้อง ออกเป็น 6 กลุ่มย่อย ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพให้แต่ละกลุ่มด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนคนใดทำแบบทดสอบฉบับใด

4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการทำข้อสอบ และวิธีตอบเสียก่อนที่จะให้ทุกคนเริ่มต้นทำข้อสอบพร้อมกัน

5. เมื่อดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างครบหมดแล้ว จัดกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันเข้ากลุ่มเดียวกัน

6. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

7. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลตอนทดลอง (Try Out) เครื่องมือ มีลำดับขั้นดังนี้

1.1 ตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้

1.2 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อและรายตัวเลือก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เต๋ห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลตอนวิจัย มีลำดับขั้นดังนี้

2.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้

2.2 หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ

2.2.1 คะแนนเฉลี่ย

2.2.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2.3 สัมประสิทธิ์ของการกระจาย

2.2.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

2.3 หาค่าความยากมาตรฐาน ($\triangle$) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของการจำแนกกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และใช้ค่าจากตาราง สำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan) แล้วคำนวณหาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{\triangle}$) และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR-20)

3. การทดสอบสมมติฐาน มีลำดับขั้นดังนี้

3.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐาน ในสมมติฐานข้อ 1, 2 และ 3 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two-Way ANOVA) และถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทดสอบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีของ ทูกี้ (Tukey's HSD Test)

3.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก ในสมมติฐานข้อ 4, 5 และ 6 โดยการเปลี่ยนค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของ ฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) หาค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐาน (Z) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ แล้วนำคะแนนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{Z}$) มาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ไค-สแควร์ (χ^2) หลังจากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทดสอบความแตกต่างของ $\overline{Z}$ เป็นรายคู่ ด้วยวิธีทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z)

3.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น ตามสมมติฐานข้อ 7, 8 และ 9 โดยแปลงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของ ฟิชเชอร์ แล้วทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.2

<u>สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ คือ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (CV) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas})

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของการจำแนกกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และใช้ค่าจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

3. หาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร (โกวิท ประวาลพฤกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2527 : 272)

$$\overline{\triangle} = \frac{\Sigma\triangle}{N}$$

เมื่อ $\overline{\triangle}$ แทน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบ

$\Sigma\triangle$ แทน ผลรวมของค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบแต่ละข้อ

N แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. หาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 เปลี่ยนค่าอำนาจจำแนกรายข้อเป็น Fisher's Z

4.2 หาค่า Fisher's Z เฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2522 : 228) โดยใช้สูตร

$$\bar{Z} = \frac{\Sigma(n_i - 3)\, Z_i}{\Sigma\,(n_i - 3)}$$

เมื่อ $\bar{Z}$ แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) เฉลี่ย

Z_i แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) ของข้อที่ i

n_i แทน จำนวนคนที่ตอบข้อที่ i

4.3 เปลี่ยนค่า Fisher's Z เฉลี่ย ($\bar{Z}$) กลับไปเป็นค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย โดยใช้ตาราง Fisher's Z

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ หรือคือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

6. ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐาน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two-Way ANOVA) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 115) และถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะตรวจสอบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีของ ทูกี้ (Tukey's HSD Test) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 107)

7. ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ไค-สแควร์ (Chi-Square) (Snedecor and Cochran. 1967 : 187)

$$\chi^2 = \sum (n_i - 3)(z_i)^2 - \frac{\left[\sum (n_i - 3)(z_i)\right]^2}{\sum (n_i - 3)}$$

เมื่อ χ^2 แทน ค่าไค-สแควร์

n_i แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

z_i แทน คะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

8. ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นรายคู่ หลังจากทดสอบค่าไค-สแควร์ แล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson. 1981 : 196)

$$Z = \frac{Z_{r_1} - Z_{r_2}}{\sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}}}$$

เมื่อ Z แทน คะแนนมาตรฐานของโค้งปกติ

Z_{r_1}, Z_{r_2} แทน คะแนนมาตรฐานแบบฟิชเชอร์โดยแปลงจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ตามลำดับ

N_1, N_2 แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

เพื่อความสะดวกและเป็นที่เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
$\overline{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
S	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน
CV	แทน สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (Coefficient of Variation)
p	แทน ค่าความยากของข้อสอบ
r	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\triangle$	แทน ค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ
r_{tt}	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
SE_{meas}	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
Z	แทน คะแนนมาตรฐาน
SS	แทน ผลรวมของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบน (Mean Squares)
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจง F
χ^2	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจง χ^2
df	แทน ชั้นของความอิสระ (Degrees of Freedom)

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

3. การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

4. การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

หลังจากนำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มาตรวจให้คะแนน ด้วยวิธีการตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบ หรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนและสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	N	n	$\bar{X}$	S	S^2	CV
ฉบับที่ 1	339	30	17.6077	8.5542	73.1740	48.5822
ฉบับที่ 2	339	30	17.4248	8.8737	78.7421	50.9257
ฉบับที่ 3	339	30	20.9705	8.8855	78.9518	42.3714
ฉบับที่ 4	339	30	16.0855	8.1037	65.6702	50.3789
ฉบับที่ 5	339	30	16.7375	8.2587	68.2060	49.3425
ฉบับที่ 6	339	30	20.9086	8.3910	70.4088	40.1318

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบฉบับละ 30 ข้อ และสอบกับกลุ่มตัวอย่างฉบับละ 339 คน มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 16.0855 ถึง 20.9705 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 20.9705 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 16.0855 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 8.1037 ถึง 8.8855 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด คือ 8.8855 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด คือ 8.1037 แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบแต่ละฉบับแล้วพบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y มีการกระจายของคะแนนมากที่สุด คือ 50.9257 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด คือ 40.1318

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

ในการหาค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ คือ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ผู้วิจัยได้นำค่าความยากมาตรฐานรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบมาหาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ได้ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	ค่า △ เฉลี่ย	S	S^2	CV
ฉบับที่ 1	11.9867	0.9804	0.9612	8.1791
ฉบับที่ 2	12.2400	0.9940	0.9880	8.1209
ฉบับที่ 3	11.1233	0.9634	0.9281	8.6611
ฉบับที่ 4	12.4433	1.1596	1.3447	9.3191
ฉบับที่ 5	12.3967	1.1269	1.2699	9.0903
ฉบับที่ 6	11.0633	1.3783	1.8997	12.4583

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ มีค่าตั้งแต่ 11.0633 ถึง 12.4433 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X มีค่าความยากมาตรฐานสูงสุด คือ 12.4433 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความยากมาตรฐานต่ำสุด คือ 11.0633 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.9634 ถึง 1.3783 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากมาตรฐานสูงสุด คือ 1.3783 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากมาตรฐานต่ำสุด คือ 0.9634 แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับแล้ว พบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีการกระจายของค่าความยากมาตรฐานมากที่สุด คือ 12.4583 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y มีการกระจายของค่าความยากมาตรฐานน้อยที่สุด คือ 8.1209

ในการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพตามสมมติฐานข้อ 1, 2 และ 3 ผู้วิจัยได้นำค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ มาทำการทดสอบโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง ซึ่งจำแนกตามลักษณะการหมุนภาพ และชนิดของภาพ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งของตัวแปร	df	SS	MS	F
ลักษณะการหมุนภาพ (A)	2	55.3888	27.6944	22.4810**
ชนิดของภาพ (B)	1	1.5309	1.5309	1.2427
A x B	2	2.0195	1.0098	0.8197
ความคลาดเคลื่อน	174	214.3532	1.2319	
ผลรวม	179	273.2924		

$$F_{.01\ (2,\ 174)} = 4.73$$

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะการหมุนภาพ 3 แบบ คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ทำให้ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่ ส่วนชนิดของภาพ 2 แบบ คือ แบบแรเงา กับแบบไม่แรเงา ทำให้ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นยังพบว่าลักษณะการหมุนภาพและชนิดของภาพไม่ส่งผลร่วมกันต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

เพื่อให้ทราบว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนภาพ 3 แบบนั้น แบบใดมีค่าความยากมาตรฐานแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ Tukey's HSD Test ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน 3 แบบ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบหมุนภาพ		หมุนรอบแกน Z	หมุนรอบแกน X	หมุนรอบแกน Y
	ค่า △ เฉลี่ย	11.0933	12.2150	12.3183
หมุนรอบแกน Z	11.0933	-	1.1217**	1.2250**
หมุนรอบแกน X	12.2150		-	0.1033
หมุนรอบแกน Y	12.3183			-

$HSD_{.01} = 0.5903$

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน 3 แบบ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน X แบบที่หมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน Y ส่วนค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X มีค่าความยากมาตรฐานไม่แตกต่างจากแบบที่หมุนรอบแกน Y อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ คือ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ผู้วิจัยได้แปลงค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบมาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีการของ ฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานในแบบทดสอบแต่ละรูปแบบ แล้วแปลงเป็นค่าอำนาจจำแนกอีกครั้งหนึ่ง ได้ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบ ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	ค่าอำนาจจำแนก (r)
ฉบับที่ 1	0.7491
ฉบับที่ 2	0.7610
ฉบับที่ 3	0.7832
ฉบับที่ 4	0.7067
ฉบับที่ 5	0.7148
ฉบับที่ 6	0.7705

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ มีค่าตั้งแต่ 0.7067 ถึง 0.7832 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน z มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุด คือ 0.7832 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน x มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุด คือ 0.7067

เพื่อให้ทราบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ตามสมมติฐานข้อ 4, 5 และ 6 ผู้วิจัยได้นำค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบที่ได้ มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีการของ ฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ไค-สแควร์ (χ^2) ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	$(N-3)Z^2$	χ^2
ฉบับที่ 1	339	336	0.7491	0.9709	326.2224	316.7293	7.9986
ฉบับที่ 2	339	336	0.7610	0.9986	335.5296	335.0599	
ฉบับที่ 3	339	336	0.7832	1.0536	354.0096	372.9845	
ฉบับที่ 4	339	336	0.7067	0.8806	295.8816	260.5533	
ฉบับที่ 5	339	336	0.7148	0.8969	301.3584	270.2883	
ฉบับที่ 6	339	336	0.7705	1.0216	343.2576	350.6720	
รวม	2034	2016			1956.2592	1906.2873	

$\chi^2_{.01\,(5)} = 15.09$

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพมีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนต่างกัน มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพไม่มีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนต่างกัน มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้น แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนภาพแบบเดียวกัน แต่ใช้ภาพต่างกัน พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ คือ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบ โดยใช้วิธี คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})	SE_{meas}
ฉบับที่ 1	0.9368	2.1505
ฉบับที่ 2	0.9427	2.1241
ฉบับที่ 3	0.9558	1.8681
ฉบับที่ 4	0.9240	2.2340
ฉบับที่ 5	0.9277	2.2207
ฉบับที่ 6	0.9496	1.8838

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ มีค่าตั้งแต่ 0.9240 ถึง 0.9558 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน z มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คือ 0.9558 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน x มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด คือ 0.9240 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 1.8681 ถึง 2.2340 ซึ่งแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน z มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดน้อยที่สุด และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน x มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดมากที่สุด

เพื่อให้ทราบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ตามสมมติฐานข้อ 7, 8 และ 9 ผู้วิจัยได้นำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบที่ได้ มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีการของ ฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ไค-สแควร์ (χ^2) ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ	N	N-3	r_{tt}	Z	(N-3)Z	$(N-3)Z^2$	χ^2
ฉบับที่ 1	339	336	0.9368	1.7118	575.1648	984.5671	19.5463**
ฉบับที่ 2	339	336	0.9427	1.7623	592.1328	1043.5156	
ฉบับที่ 3	339	336	0.9558	1.8956	636.9216	1207.3486	
ฉบับที่ 4	339	336	0.9240	1.6162	543.0432	877.6664	
ฉบับที่ 5	339	336	0.9277	1.6419	551.6784	905.8008	
ฉบับที่ 6	339	336	0.9496	1.8281	614.2416	1122.8951	
รวม	2034	2016			3513.1824	6141.7936	

$$\chi^2_{.01\,(5)} = 15.09$$

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่แตกต่างกัน 6 รูปแบบ คือ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบนั้น แบบใดมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพเป็นรายคู่

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6
	Z	1.7118	1.7623	1.8956	1.6162	1.6419	1.8281
ฉบับที่ 1	1.7118	-	0.6546	2.3823*	1.2391	0.9060	1.5074
ฉบับที่ 2	1.7623		-	1.7278	1.8937	1.5606	0.8529
ฉบับที่ 3	1.8956			-	3.6214**	3.2883**	0.8749
ฉบับที่ 4	1.6162				-	0.3331	2.7465**
ฉบับที่ 5	1.6419					-	2.4134*
ฉบับที่ 6	1.8281						-

*p < .05

**p < .01

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบต่างกัน 6 รูปแบบ คู่ที่มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 3 คู่ ได้แก่ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z กับชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z กับชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X กับชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ส่วนคู่ที่มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 คู่ ได้แก่ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X กับชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X กับชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z นอกนั้นค่าความเชื่อมั่นของแต่ละคู่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อแปลผลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะได้ผลดังนี้คือ ในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพที่มีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน พบว่า แบบที่หมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นค่าความเชื่อมั่นของแต่ละคู่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพไม่มีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน พบว่า แบบที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกับแบบที่หมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบที่หมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกับแบบที่หมุนรอบแกน Y อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับแบบที่หมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y มีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา กับแบบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา โดยมีลักษณะการหมุนภาพแบบเดียวกัน พบว่าทุกคู่มีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ระหว่างการใช้ภาพที่มีแรเงา กับภาพที่ไม่มีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา

4. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่ใช้ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา ในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน X แบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Y และแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Z ตามลำดับ

5. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่มีแรเงา

6. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพต่างกัน คือ หมุนรอบแกน X หมุนรอบแกน Y และหมุนรอบแกน Z ในแบบทดสอบที่ใช้ภาพที่ไม่มีแรเงา

7. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่ใช้ภาพที่มีแรเงาและภาพที่ไม่มีแรเงา ในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน X แบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Y และในแบบทดสอบที่ภาพหมุนรอบแกน Z ตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 7 กรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และใช้นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) มีจำนวนทั้งหมด 2,034 คน จากห้องเรียน 57 ห้อง จำนวน 13 โรงเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพชนิด 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีของเทอร์สโตน โดยแบ่งออกเป็น 6 ฉบับ ตามรูปแบบที่ต่างกัน 6 รูปแบบ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 2 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 3 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 4 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 5 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y จำนวน 30 ข้อ
ฉบับที่ 6 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z จำนวน 30 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียน ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน และนัดหมายวันเวลาเพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ

2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่จะทำการสอบ วางแผนดำเนินการสอบ และผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องออกเป็น 6 กลุ่มย่อย ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพให้แต่ละกลุ่ม ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนคนใดทำแบบทดสอบฉบับใด

4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการทำข้อสอบ และวิธีตอบเสียก่อนที่จะให้ทุกคนเริ่มลงมือทำข้อสอบพร้อมกัน

5. เมื่อดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างครบหมดแล้ว จัดกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันเข้ากลุ่มเดียวกัน

6. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

7. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

3. การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

4. การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

<u>สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลได้ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ มีค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยเรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุน

รอบแกน X มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 20.9705, 20.9086, 17.4248, 17.6077, 16.7375 และ 16.0855 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 ฉบับ มีค่าจากมากไปหาค่าน้อยดังนี้ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเป็น 50.9257, 50.3789, 49.3425, 48.5822, 42.3714 และ 40.1318 ตามลำดับ

2. ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบ มีค่าความยากมาตรฐาน เรียงจากค่ามากไปหาค่าน้อยได้ดังนี้ คือ ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง ซึ่งจำแนกตามลักษณะการหมุนภาพและชนิดของภาพ พบว่าลักษณะการหมุนภาพที่ต่างกัน 3 รูปแบบ มีค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายคู่พบว่า คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน X แบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน Y ส่วนระหว่างแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y มีค่าความยากมาตรฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z เป็นแบบทดสอบที่ง่ายที่สุด ส่วนแบบที่หมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y มีความยากใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านชนิดของภาพที่ต่างกัน 2 รูปแบบ คือ ชนิดมีแรเงา กับ ชนิดไม่มีแรเงา พบว่าค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพแรเงา กับแบบที่ใช้ภาพไม่แรเงามีค่าความยากพอ ๆ กัน นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะการหมุนภาพและชนิดของภาพไม่ส่งผลร่วมกันต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

3. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบ มีค่าอำนาจจำแนกเรียงจากค่ามากไปหาค่าน้อยได้ดังนี้ คือ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพมีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนต่างกัน มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพไม่มีแรเงา เมื่อมีลักษณะการหมุนต่างกัน มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้น แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนภาพแบบเดียวกัน แต่ใช้ภาพต่างกัน พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพทั้ง 6 รูปแบบ มีค่าความเชื่อมั่นเรียงจากค่ามากไปหาค่าน้อยได้ดังนี้ คือ ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y ชนิดใช้ภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X ชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y และชนิดใช้ภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายคู่พบว่า ในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพที่มีแรเงาแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบที่หมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y และแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z กับแบบที่หมุนรอบแกน Y พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพไม่แรเงา แบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบหมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบที่หมุนรอบแกน Y อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X กับแบบที่หมุนรอบแกน Y มีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนแบบเดียวกัน โดยเปรียบเทียบกันระหว่างชนิดของภาพ คือ ชนิดมีแรเงา กับ ชนิดไม่มีแรเงา พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ แต่ละคู่มีค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกัน

อภิปรายผล

1. ผลการวิจัยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่ใช้ภาพต่างกัน 2 แบบ คือ แบบมีแรเงา กับแบบไม่มีแรเงา เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่า คุณภาพของแบบทดสอบไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอาร์เชอร์ (Archer. 1965 : 454 - 460) ที่พบว่า สิ่งเร้าประเภทการแรเงาไม่มีผลทำให้ผู้เรียนจัดประเภทของความคิดรวบยอดต่างกัน และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พิมพาภรณ์ นิรมิตเจียรพันธุ์ (2531 : 71 - 72) พบว่า ระหว่างภาพที่มีแรเงากับภาพไม่มีแรเงา คุณภาพของแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาไม่แตกต่างกัน อนึ่ง สาเหตุที่ทำให้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพต่างชนิดกัน มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจาก ภาพที่ใช้ในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่ใช้ภาพมีแรเงา กับใช้ภาพไม่มีแรเงา ภาพจะถูกดัดแปลงเฉพาะส่วนที่เป็นแรเงาเท่านั้น โครงสร้างของภาพยังคงเดิม ส่วนเหตุผลที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ระหว่างภาพที่มีแรเงากับภาพไม่มีแรเงา ไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบด้วย (Ebel. 1965 : 364) ดังนั้นการที่ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน จึงมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่ต่างกันด้วย นอกจากนี้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของผลการสอบ (Gronlund. 1976 : 119) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของคะแนนผลการสอบแล้วพบว่า แตกต่างกันไม่มากนัก จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน

2. ผลการวิจัยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนต่างกัน 3 แบบ คือ แบบหมุนรอบแกน X แบบหมุนรอบแกน Y และแบบหมุนรอบแกน Z พบว่าลักษณะการหมุนที่ต่างกันมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบ ด้านค่าความยากและค่าความเชื่อมั่น แต่ไม่มีผลต่อค่าอำนาจจำแนก เมื่อเปรียบเทียบค่าความยากเป็นรายคู่พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z เป็นแบบทดสอบที่ง่ายที่สุด ส่วนแบบทดสอบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X กับแบบหมุนรอบแกน Y เป็นแบบทดสอบที่มีความยากใกล้เคียงกัน สำหรับสาเหตุที่ทำให้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z เป็นแบบทดสอบที่ง่ายที่สุดอาจเนื่องมาจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นแบบหมุนรอบแกน Z ทำให้นักเรียนเคยเห็นและฝึกมาก่อน จึงมีผลต่อคะแนนจากการสอบ ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของความถนัดที่ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ

(2527 : 41) ได้ให้ไว้ว่า ความถนัดเป็นความสามารถที่บุคคลได้รับประสบการณ์ฝึกฝนตนเองและมีการสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง พร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้อย่างดี ในทำนองเดียวกัน สาเหตุที่ทำให้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X กับหมุนรอบแกน Y มีค่าความยากไม่ต่างกัน เป็นเพราะนักเรียนไม่เคยเห็น และไม่เคยฝึกมาก่อน จึงมีผลทำให้ค่าความยากของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นเป็นรายคู่ พบว่าในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่าง กับแบบที่หมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกับแบบหมุนรอบแกน X อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกัน แบบที่หมุนรอบแกน Y อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าความเชื่อมั่นระหว่างแบบที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน X กับหมุนรอบแกน Y ไม่แตกต่างกัน ทั้งในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่ใช้ภาพแรเงา และภาพไม่แรเงา ซึ่งสาเหตุใหญ่ที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกัน หรือไม่แตกต่างกัน เป็นเพราะค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับค่าความยากของข้อสอบ (อนันต์ ศรีโสภา. 2525 : 80) ดังนั้นการที่แบบทดสอบที่มีลักษณะการหมุนต่างกัน มีค่าความยากแตกต่างกัน จึงมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกันด้วย ในทำนองเดียวกัน การที่แบบทดสอบที่มีลักษณะการหมุนต่างกัน แต่มีค่าความยากไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่แตกต่างกันด้วย

อนึ่ง การที่แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ สาเหตุอาจเนื่องมาจากค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ขึ้นอยู่กับตัวเลือกของข้อสอบ (Ebel. 1965 : 164) ซึ่งในที่นี้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ใช้ตัวเลือกชุดเดียวกัน นอกจากนี้ แคลลี่ (อนันต์ ศรีโสภา. 2525 : 189 ; อ้างอิงมาจาก Kelley. 1939) ได้เสนอแนะว่า ควรใช้ 27 เปอร์เซนต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและต่ำ ในกรณีที่มีนักเรียนตั้งแต่ 370 คน ขึ้นไป โดยกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำจะมีนักเรียนอย่างน้อยกลุ่มละ 100 คน วิธีการเช่นนี้จะช่วยให้ได้ค่าอำนาจจำแนกสูงสุด และยังทำให้ค่าอำนาจจำแนกมีเสถียรภาพ (Stable) ไม่ว่าเราจะเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างไปสักกี่กลุ่มก็ตาม ก็ยังไม่ทำให้ค่าที่ได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก แต่ในการวิจัยครั้งนี้

แต่ละฉบับมีนักเรียนทดสอบทั้งหมดเพียง 339 คน ทำให้ค่าอำนาจจำแนกขาดความเชื่อมั่น จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากชนิดของภาพที่ใช้ในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ไม่มีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ จะสร้างโดยใช้ภาพชนิดใดก็ได้ เพราะได้ผลเหมือนกัน

2. เนื่องจากลักษณะการหมุนภาพที่ใช้ในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ มีผลต่อค่าความยากและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนั้นหากต้องการนำแบบทดสอบไปใช้ ควรจะพิจารณาถึงสิ่งนี้และจุดมุ่งหมายของการสอบแต่ละครั้งด้วย เช่นถ้าหากมีจุดมุ่งหมายสอบเพื่อคัดเลือก ควรจะใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Y เพราะมีค่าความยากสูงที่สุด และมีค่าความยากมาตรฐาน ($\triangle$) ใกล้เคียง 13 มากที่สุดด้วย แต่ถ้ามีจุดมุ่งหมายเพื่อดูความคงที่ของคะแนน ก็ควรจะใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีลักษณะการหมุนรอบแกน Z เพราะมีค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุด แต่แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) มากที่สุด คือ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z เพราะเป็นแบบทดสอบที่ให้ค่าอำนาจจำแนกสูงที่สุดคือ 0.7832 และให้ค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุดด้วยคือเท่ากับ 0.9558 สำหรับค่าความยากมาตรฐาน ($\triangle$) ถึงแม้จะให้ค่าเท่ากับ 11.1233 ก็นับได้ว่าใกล้เคียงกับค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13 ซึ่งเป็นค่าความยากพอเหมาะ

3. ควรมีการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ที่มีลักษณะการหมุนภาพทั้ง 3 รูปแบบอยู่ในฉบับเดียวกัน ซึ่งก่อนจะนำไปสอบจริง ควรหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับเสียก่อน เพื่อให้ได้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพที่มีคุณภาพ และวัดได้ตรงกับความสามารถทางสมองในองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์มากที่สุด

4. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีการแรเงาเพียงด้านเดียวเท่านั้น ควรมีการศึกษาว่า ถ้ามีการแรเงามากกว่า 1 ด้าน คุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพจะเป็นอย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

โกวิท ประวาลพฤกษ์ ล้วน สายยศ และพิศร ทองชั้น. "การวัดความถนัด," ใน พัฒนาการวัดผล 2509. หน้า 70. 2509.

โกวิท ประวาลพฤกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. การประเมินในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520. กองส่งเสริมและแผยแพร่การศึกษา. กรุงเทพฯ : ศรีเมืองการพิมพ์, 2520.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ชมรมมหาวิทยาลัย, 2525.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

ทองห่อ วิภาวิน. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2524.

บุญชม ศรีสะอาด. แบบทดสอบวัดความถนัด. มหาสารคาม.: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.

_____. ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2513. อัดสำเนา.

พรทิพย์ ภัทรชาคร. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

พิมพาภรณ์ นิรมิตเจียรพันธุ์. ผลของรูปแบบของข้อสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขา ที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบอุปมาอุปไมย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช 2522.

_____. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ทวีกิจการพิมพ์, 2524.

_____. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.

_____. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

_____. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.

วัญญา วิศาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2522.

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา ฉันานุเคราะห์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2523.

ศิลปชัย จำปาทอง. ผลของการแปรเปลี่ยนรายละเอียดในรูปภาพและวิธีการเสนอที่มีต่อการสร้างความคิดรวบยอด. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2526.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

อนันต์ ศรีโสภา. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

_____. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. London : The Macmillan Company, 1961.

_____. Psychological Testing. 5 th ed. New York : Macmillan Publishing Co., 1982.

Andreas, Burton G. Experimental Psychology. New Delhi : Wiley Eastern Private Limited, 1968.

Archer, James E. "Concept Identification as a Function of Obviousness of Relevant and Irrelevant Information," in Reading in the Psychology of Cognition. p. 454 - 460. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1965.

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

Buros, Oscar Kriser, Editor. The Fifth Mental Measurements Year Book. p. 1225. New Jersey : The Gryphon Press, 1959.

Campbell, Alison C. "Some Determinants of the Difficulty of Non-Verbal Classification Items," Educational and Psychological Measurement. 21 : 889 - 913 ; Winter, 1961.

Cheser, David Wayne. "Effects of Age, Sex and Cultural Habitat on Development of Piagetian Spatial Concepts Among Rural and Urban Children from Togo West Africa," Dissertation Abstracts International. 39 : 6644-A; May, 1979.

Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed. New York : Harper and Row Publisher, 1970.

Dwyer, F.M. "Adapting Visual Illustration for Effective Learning," Harvard Educational Review. 37 : 250 - 263, 1967 a.

_____. "The Relative Effectiveness of Varied Visual Illustration in Complementing Programed Instruction," The Journal of Experimental Education. 36 : 34 - 42, 1967 b.

_____. "An Experiment in Visual Learning at the Eleventh-Grade Level," The Journal of Experimental Education. 37 : 1 - 6; 1968.

Dwyer, F.M. "An Experiment in Visual Communication," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 185 - 195, 1969 a.

_____. "The Effect of Stimulus Variability on Immediate and Delayed Retention," Journal of Experimental Education. 38 : 30 - 37, 1969b.

_____. "An Analysis of the Instructional Effectiveness of Visual Illustrations Presented Via Television," Journal of Psychology. 72 : 61 - 64, 1969 c.

Ebel, Robert L. Measuring Education Achievement. New Jersey : Prentice-Hall, 1965.

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. Tokyo : McGraw-Hill International Book, 1981.

Gorman, Don A. "Effects of Varying Pictorial Detail and Presentation Strategy on Concept Formation," AV Communication Review. 3 : 337 - 350, 1973.

Gronlund, N.E. Measuremental and Evaluation in Teaching. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1976.

Gropper, George L. "Learning From Visuals : Some Behavioral Considerations," AV Communication Review. 1 : 37 - 69; Spring, 1966.

Guilford, J.P. Field of Psychology. 3rd ed. London : D. Van Nostrand Company, 1966.

_____. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill, 1971.

Guilford, J.P. dnf Ralph Hoepfner. The Analysis of Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.

Hunt, Earl B. Concept Learning : An Information Processing Problem. New York : John Willey & Sons, Inc., 1962.

Mcinerney, Jere Dixon. "The Interaction of Learners'Spatial Ability Aptitudes With Filmic Schematic Operations," Dissertation Abstracts International. 46(12) : 3660-A; June, 1986.

Michael, William B, Wayn S. Zimmerman and J.P. Guilford. "An Investigation of two Hypothesis Regarding the Nature of the Spatial Relations and Visualization Factors," Educational and Psychological Measurement. 10 : 187 - 213, 1950.

_____. "An Investigation of the Nature of the Spatial-Relations and Visualization Factors in two High School Samples," Educational and Psychological Measurement. 11 : 561 - 577, 1951.

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

Mulholland, Timothy M., James W. Pellegrins and Robert Glaser. "Components of Geometric Analogy Solution," Cognitive Psychology. 12 : 252 - 284, 1980.

Munnally, Jum C. Educational Measurement and Evaluation. New York : McGraw-Hill Book Company, 1964.

Rannucci, Ernest R. "The Role of the Space Perception in The Teaching Mathematics," Bulletin of the International Study Groups for Mathematics Learning. 11 : 19 - 23; October, 1964.

Reynolds, Allan G. and Paul W. Flagg. Cognitive Psychology. 2nd ed. Boston Toront : Little, Brown and Company, 1983.

Sano, Hideki. "Aptitude Test Performance Comparison Between American and Japanese Junior High School Students," Dissertation Abstracts International. 47(10) : 3715-A ; April, 1987.

Seddon, G.M., P.A. Eniaiyeju and I. Jusoh. "The Visualization of Rotation in Diagrams of Three Dimensional Structures," American Educational Research Journal. 21(1) : 3959; Spring, 1984.

Snedecor and Corhran. Statistical Methods. 6th ed. Iowa : Iowa state University Press, 1967.

Thomas, Murray R. Judging Student Progress. New York : Longmans, Green and Co., 1954.

Travers, Robert M. "Transmission of Information to Human Recievers," Educational Psychologist. 2 : 1 - 5, 1964.

Walker, C.M. and Bourne, L.E. "The Edentification of Concepts as a Function of Amounts of Relevant and Irrelevant Information," American Journal of Psychology. 74 : 410 - 417, 1961.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

และค่าความยากฌาทรฐานรายข้อของแบบทดสอบ

ตาราง 12 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน X

ข้อที่	p	r	△	ข้อที่	p	r	△
1	.75	.60	10.4	16	.67	.72	11.2
2	.62	.70	11.8	17	.64	.73	11.6
3	.70	.77	10.9	18	.68	.68	11.1
4	.55	.81	12.5	19	.54	.60	12.6
5	.54	.72	12.6	20	.72	.80	10.6
6	.68	.79	11.1	21	.48	.62	13.2
7	.72	.81	10.7	22	.67	.80	11.3
8	.50	.79	13.0	23	.72	.71	10.6
9	.63	.87	11.7	24	.62	.83	11.7
10	.63	.87	11.7	25	.58	.74	12.2
11	.55	.77	12.4	26	.63	.87	11.7
12	.59	.83	12.1	27	.45	.47	13.6
13	.56	.72	12.4	28	.65	.77	11.4
14	.50	.75	13.0	29	.52	.79	12.8
15	.42	.55	13.8	30	.41	.56	13.9

ตาราง 13 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Y

ข้อที่	p	r	△	ข้อที่	p	r	△
1	.56	.64	12.4	16	.63	.83	11.7
2	.59	.67	12.1	17	.54	.73	12.6
3	.70	.77	10.9	18	.56	.72	12.4
4	.57	.82	12.3	19	.62	.74	11.7
5	.58	.84	12.2	20	.64	.82	11.6
6	.56	.76	12.4	21	.53	.74	12.7
7	.68	.84	11.1	22	.64	.86	11.6
8	.66	.80	11.3	23	.64	.86	11.5
9	.63	.83	11.7	24	.53	.72	12.7
10	.40	.56	14.1	25	.67	.76	11.2
11	.61	.75	11.8	26	.57	.82	12.3
12	.67	.84	11.2	27	.40	.56	14.1
13	.32	.59	14.9	28	.67	.84	11.2
14	.43	.60	13.7	29	.59	.83	12.1
15	.60	.70	12.0	30	.43	.57	13.7

ตาราง 14 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพแรเงาที่หมุนรอบแกน Z

ข้อที่	p	r	△	ข้อที่	p	r	△
1	.82	.71	9.4	16	.72	.80	10.6
2	.60	.70	12.0	17	.59	.78	12.1
3	.72	.75	10.6	18	.59	.80	12.1
4	.70	.82	10.9	19	.79	.74	9.8
5	.71	.76	10.7	20	.74	.79	10.5
6	.61	.81	11.9	21	.65	.74	11.4
7	.69	.83	11.0	22	.72	.80	10.6
8	.48	.74	13.2	23	.67	.80	11.3
9	.71	.81	10.7	24	.76	.77	10.2
10	.74	.79	10.4	25	.70	.77	10.9
11	.55	.75	12.5	26	.72	.81	10.7
12	.69	.83	11.0	27	.73	.80	10.5
13	.43	.80	13.7	28	.74	.79	10.4
14	.71	.81	10.7	29	.70	.77	10.9
15	.57	.75	12.3	30	.72	.81	10.7

ตาราง 15 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน X

ข้อที่	p	r	△	ข้อที่	p	r	△
1	.67	.63	11.2	16	.68	.79	11.1
2	.63	.52	11.7	17	.57	.80	12.3
3	.44	.71	13.6	18	.63	.83	11.7
4	.56	.74	12.4	19	.55	.61	12.5
5	.56	.72	12.4	20.	.72	.81	10.7
6	.68	.79	11.1	21	.52	.55	12.8
7	.67	.80	11.3	22	.56	.83	12.4
8	.46	.65	13.4	23	.73	.70	10.6
9	.55	.75	12.5	24	.59	.80	12.0
10	.69	.82	11.0	25	.52	.67	12.8
11	.43	.67	13.7	26	.60	.79	12.0
12	.54	.70	12.6	27	.31	.47	15.0
13	.51	.61	12.9	28	.61	.79	11.9
14	.52	.56	12.8	29	.44	.68	13.6
15	.37	.49	14.4	30	.32	.43	14.9

ตาราง 16 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Y

ข้อที่	p	r	△	ข้อที่	p	r	△
1	.51	.73	12.9	16	.67	.80	11.3
2	.57	.63	12.3	17	.52	.67	12.8
3	.52	.74	12.8	18	.62	.74	11.7
4	.61	.81	11.9	19	.58	.68	12.2
5	.63	.77	11.7	20	.65	.85	11.5
6	.55	.71	12.5	21	.41	.58	13.9
7	.68	.83	11.1	22	.61	.79	11.9
8	.57	.75	12.2	23	.65	.72	11.5
9	.43	.67	13.7	24	.51	.78	12.9
10	.54	.61	12.6	25	.68	.75	11.2
11	.60	.69	12.0	26	.58	.68	12.2
12	.74	.79	10.4	27	.39	.45	14.2
13	.33	.58	14.8	28	.67	.84	11.2
14	.31	.56	14.9	29	.65	.72	11.4
15	.58	.62	12.2	30	.40	.52	14.0

ตาราง 17 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของภาพไม่แรเงาที่หมุนรอบแกน Z

ข้อที่	p	r	△	ข้อที่	p	r	△
1	.86	.65	8.7	16	.78	.75	9.9
2	.29	.49	15.2	17	.65	.74	11.4
3	.80	.73	9.6	18	.67	.84	11.2
4	.68	.84	11.1	19	.77	.76	10.0
5	.70	.82	10.9	20	.77	.76	10.0
6	.68	.84	11.1	21	.56	.74	12.4
7	.75	.78	10.2	22	.72	.81	10.7
8	.40	.72	14.0	23	.65	.85	11.5
9	.68	.83	11.1	24	.74	.79	10.5
10	.79	.74	9.7	25	.69	.74	11.0
11	.53	.67	12.7	26	.71	.81	10.8
12	.70	.82	10.9	27	.76	.77	10.2
13	.47	.79	13.3	28	.72	.75	10.7
14	.70	.82	10.9	29	.76	.77	10.2
15	.57	.73	12.3	30	.80	.74	9.7

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

แบบทดสอบหมุนภาพ

ฉบับที่ 1

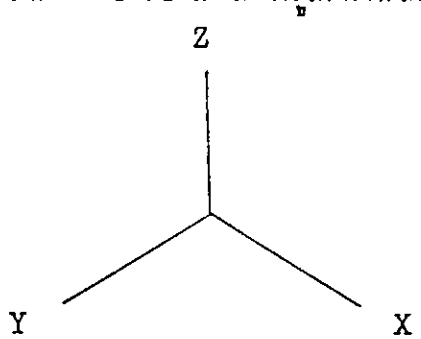
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดให้ขีดกากบาท (×) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การตอบคำถามแต่ละข้อให้นักเรียนพิจารณาดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาดูว่าเมื่อหมุนภาพนี้ไปในทิศทางรอบแกนX และจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา

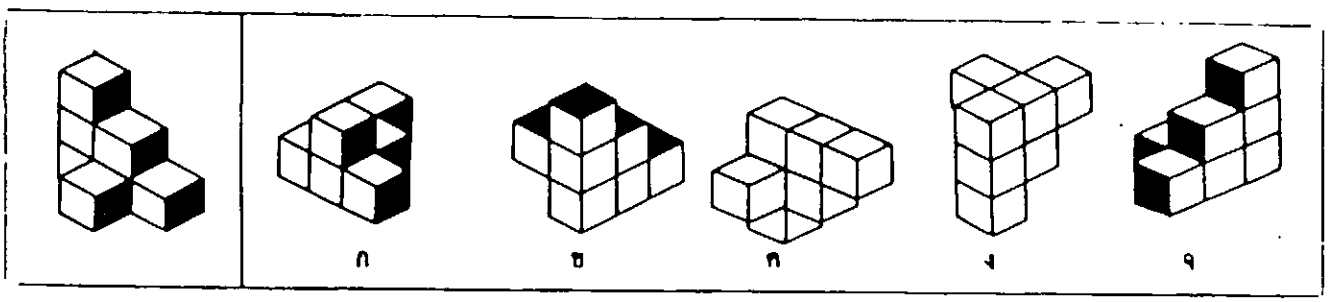
4. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนดดังนี้



5. การแรเงานั้นจะแรเงาเพียงด้านใดด้านหนึ่งของภาพดังที่แรเงาให้เห็นไว้เท่านั้น

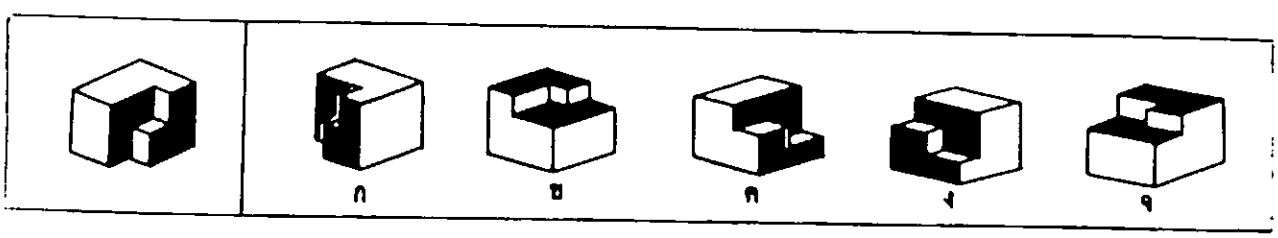
ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐)



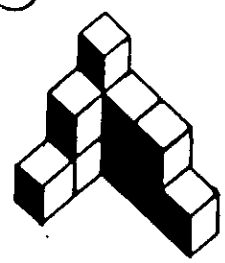
จากข้อ (๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ก

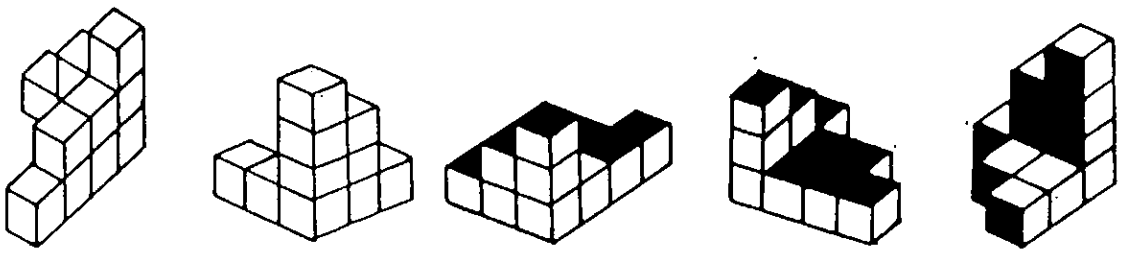
ข้อ (๐๐)



จากข้อ (๐๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ค

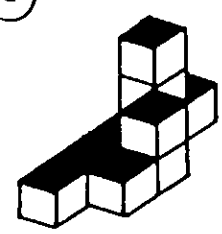
1

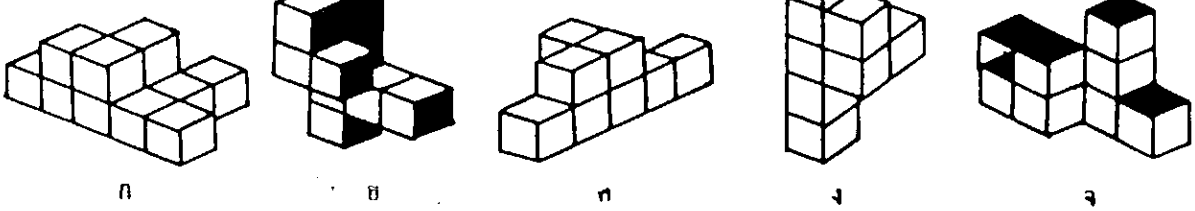




ก ข ค ง จ

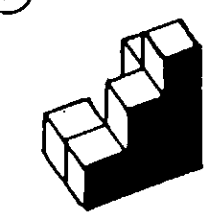
2

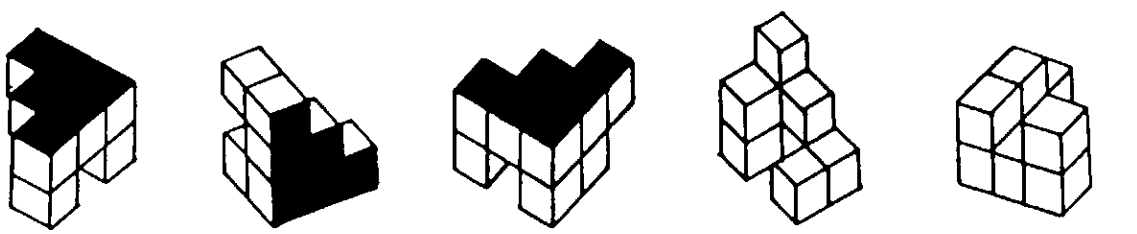




ก ข ค ง จ

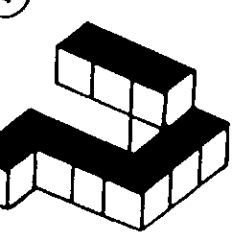
3

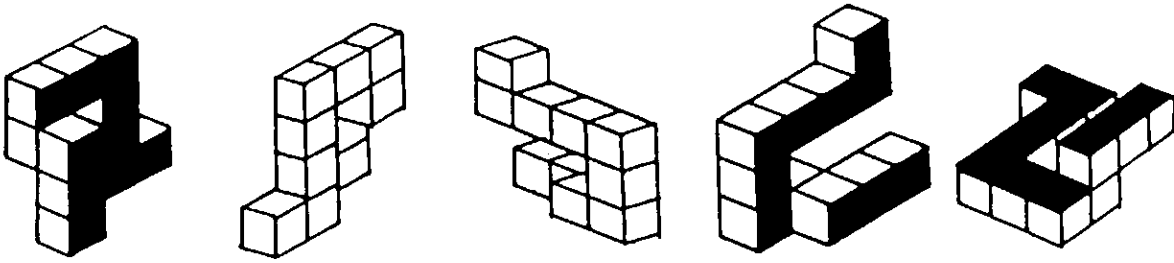




ก ข ค ง จ

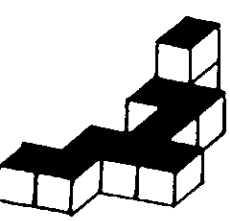
4

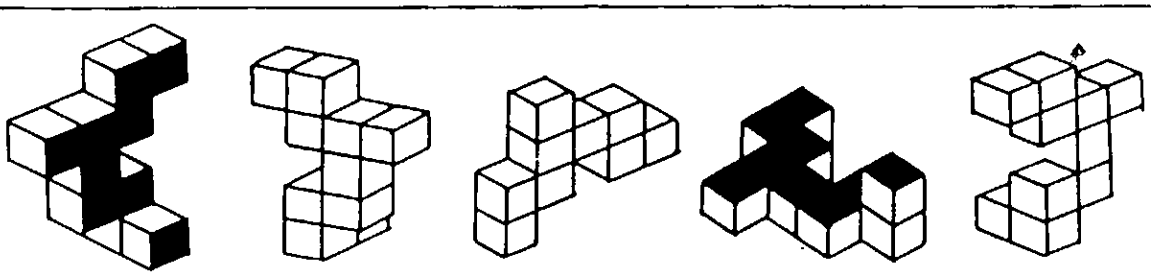




ก ข ค ง จ

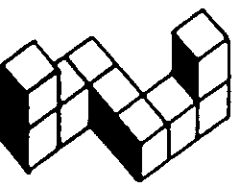
5

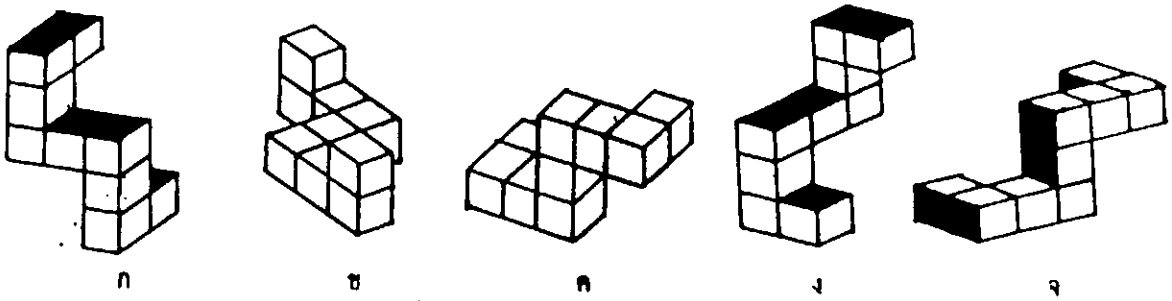




ก ข ค ง จ

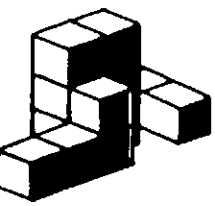
6

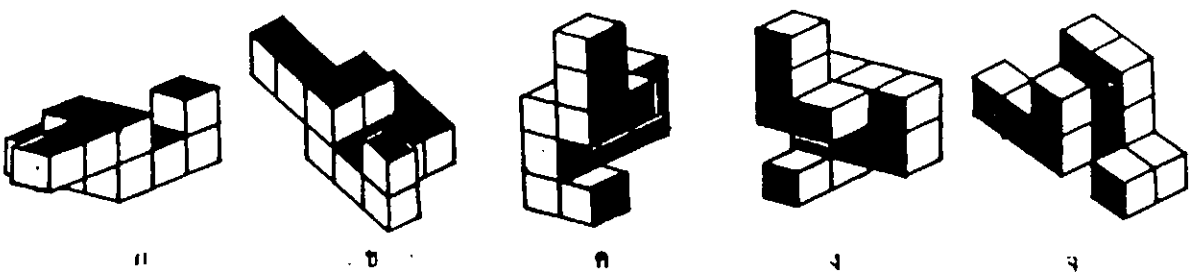




ก ข ค ง จ

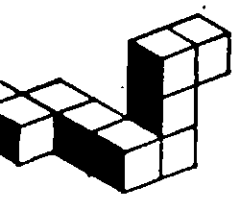
7

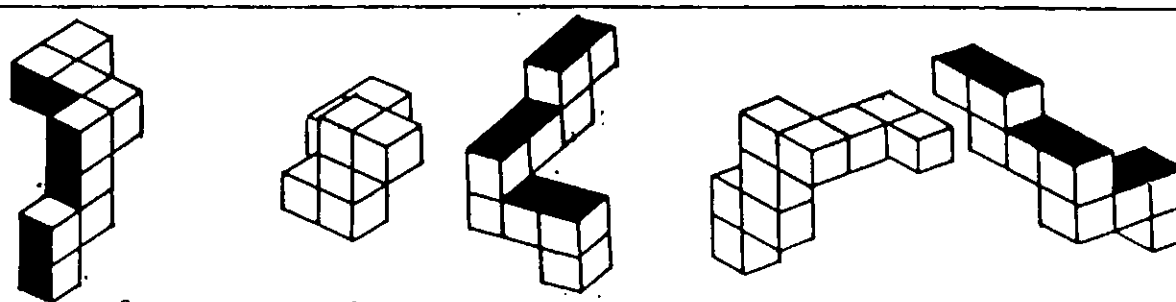




ก ข ค ง จ

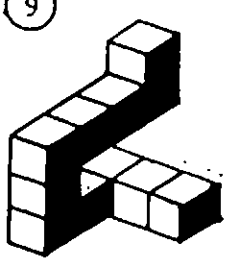
8

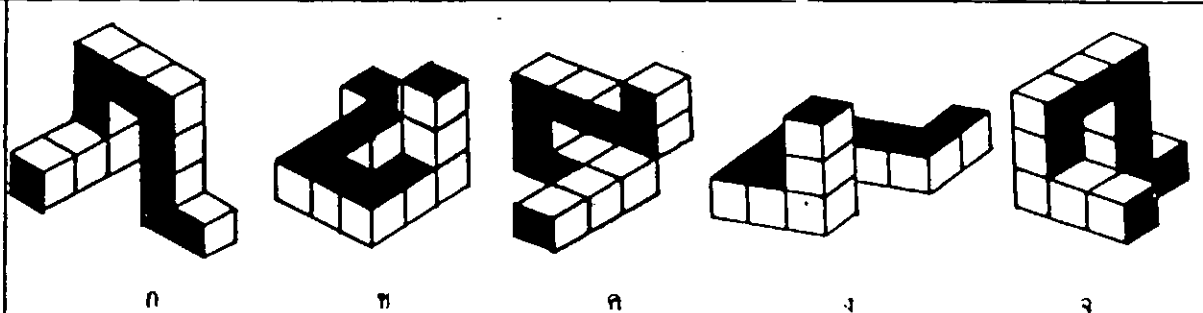




ก ข ค ง จ

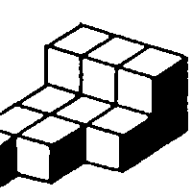
9

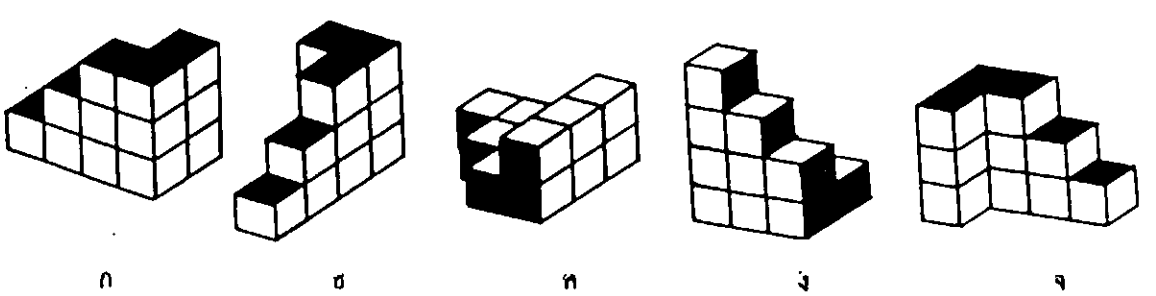




ก ข ค ง จ

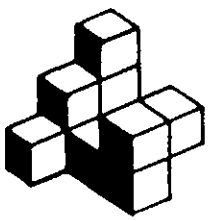
10

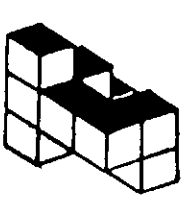




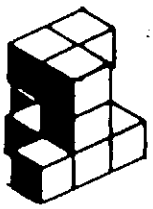
ก ข ค ง จ

(11)

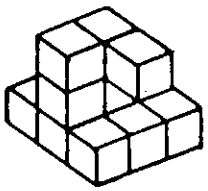




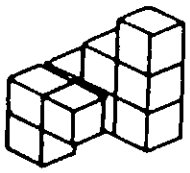
ก



ข



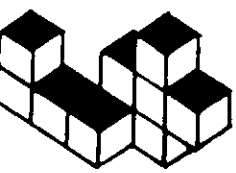
ค

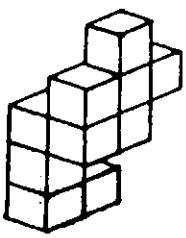


ง

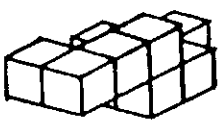
จ

(12)

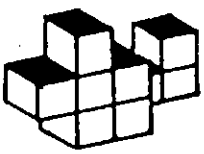




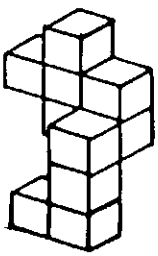
ก



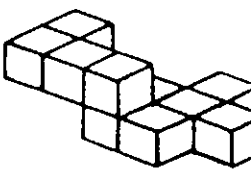
ข



ค

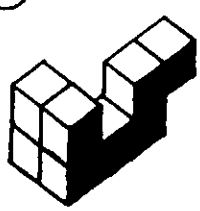


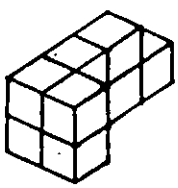
ง



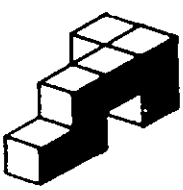
จ

(13)

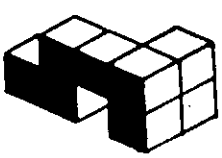




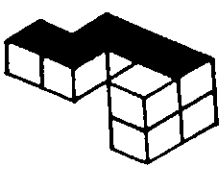
ก



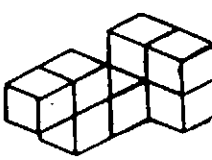
ข



ค

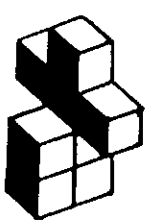


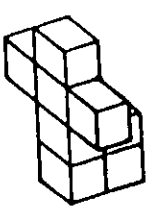
ง



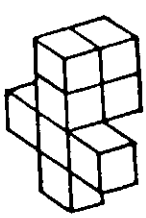
จ

(14)

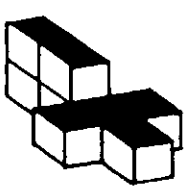




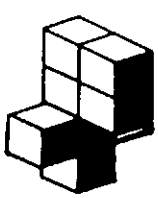
ก



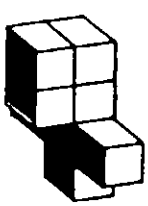
ข



ค

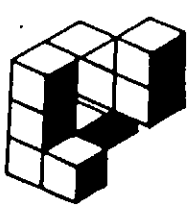


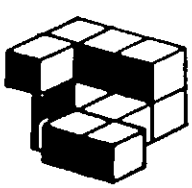
ง



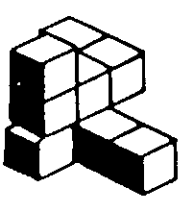
จ

(15)

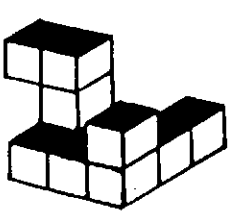




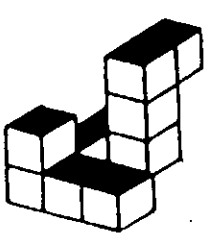
ก



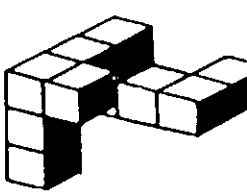
ข



ค

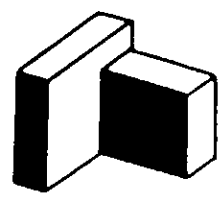


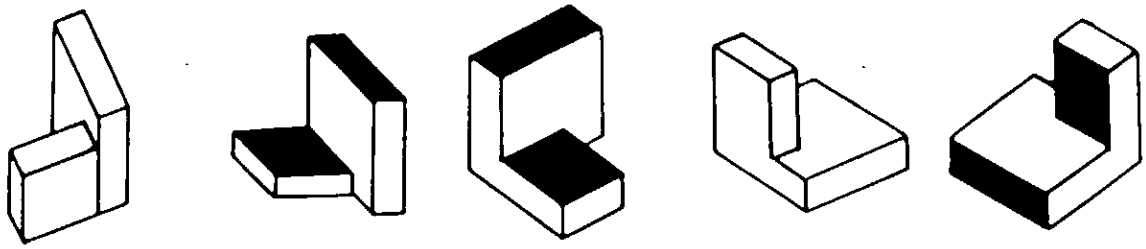
ง



จ

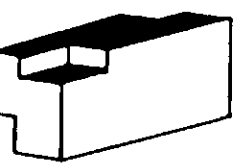
16

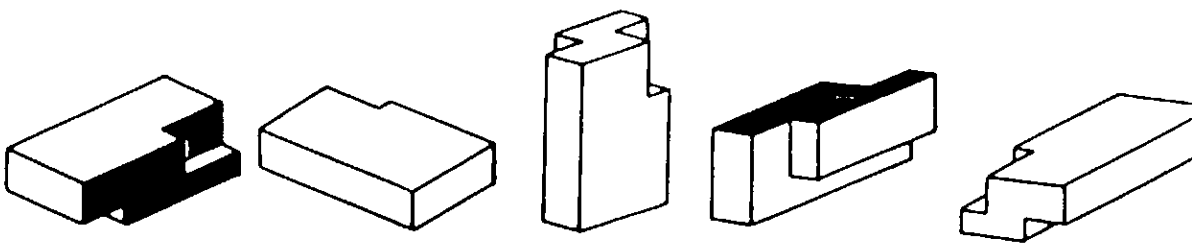




ก ข ค ง จ

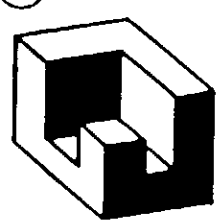
17

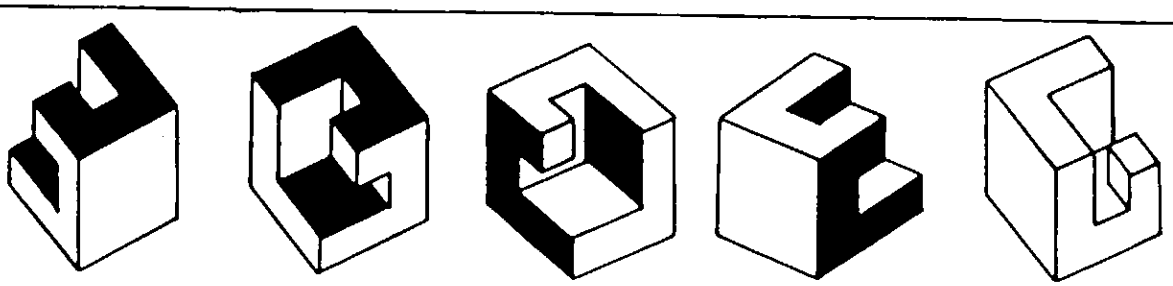




ก ข ค ง จ

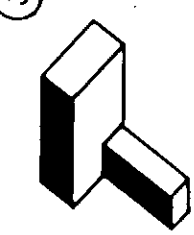
18

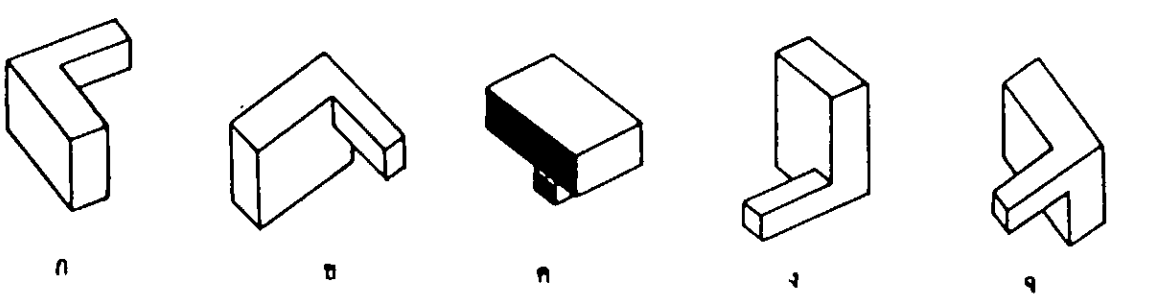




ก ข ค ง จ

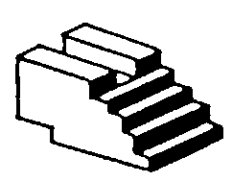
19

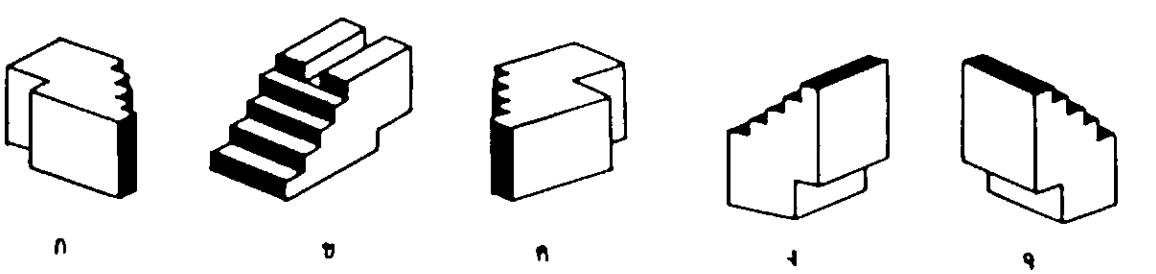




ก ข ค ง จ

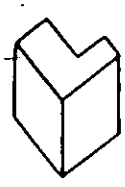
20



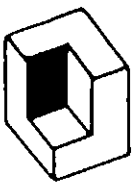


ก ข ค ง จ

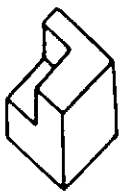
21



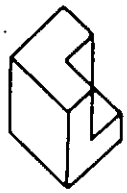
ก



ข



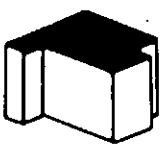
ค

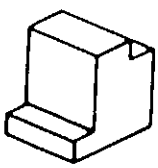


ง

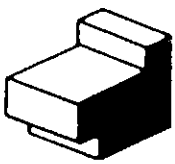
จ

22

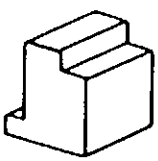




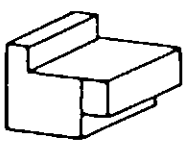
ก



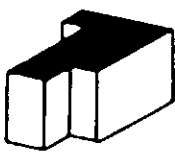
ข



ค

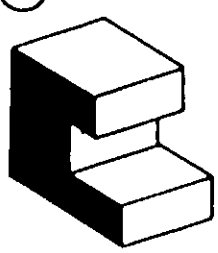


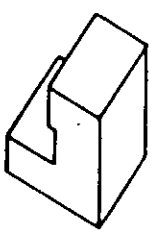
ง



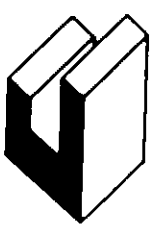
จ

23

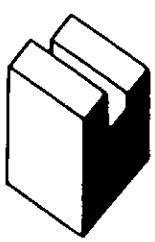




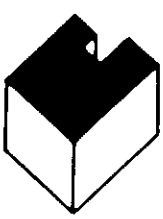
ก



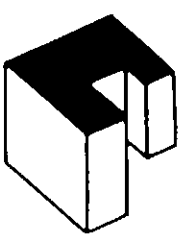
ข



ค

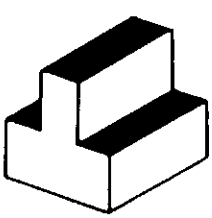


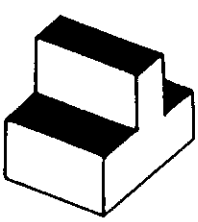
ง



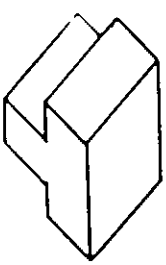
จ

24

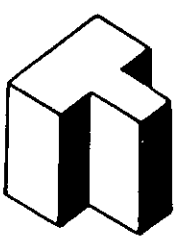




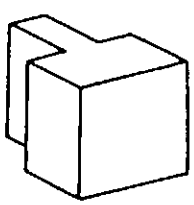
ก



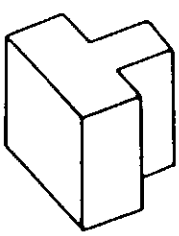
ข



ค

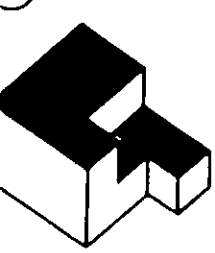


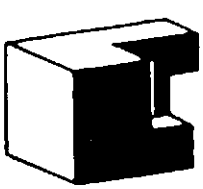
ง



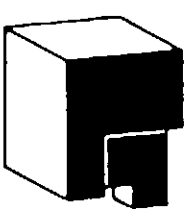
จ

25

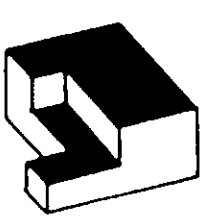




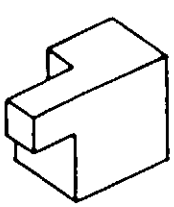
ก



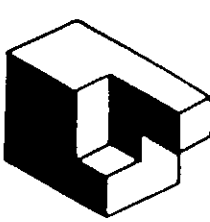
ข



ค

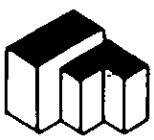


ง

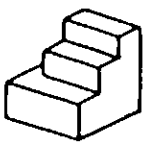


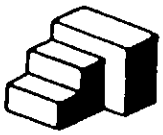
จ

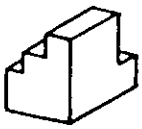
26

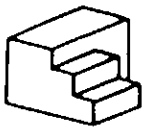


ก

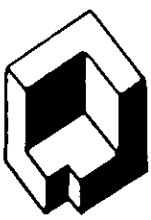

ข

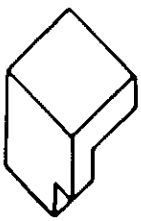

ค

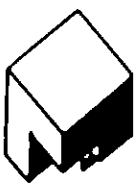

ง

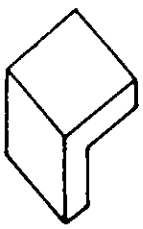

จ

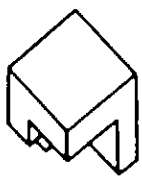
27

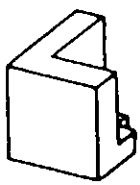



ก

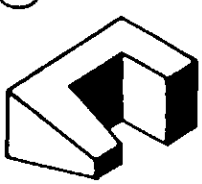

ข

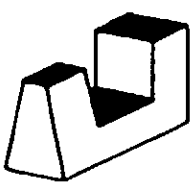

ค

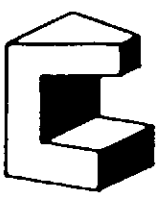

ง

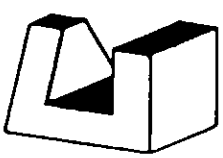

จ

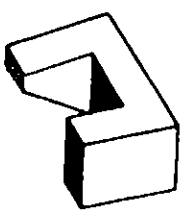
28

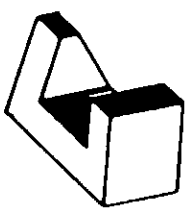



ก

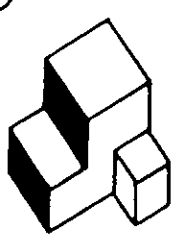

ข

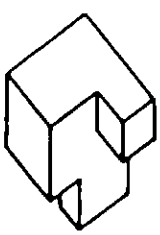

ค

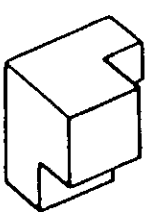

ง

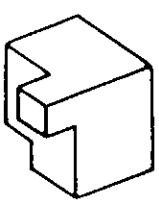

จ

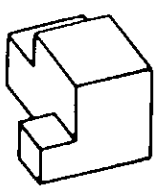
29

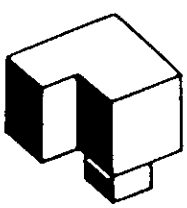



ก

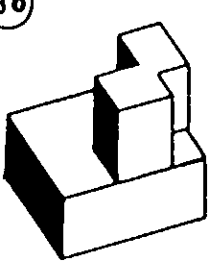

ข

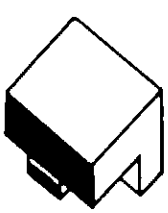

ค

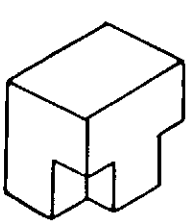

ง

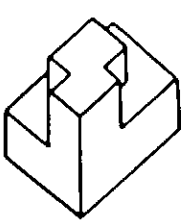

จ

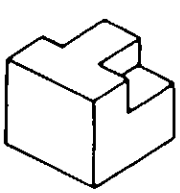
30

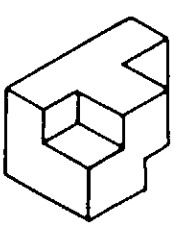



ก


ข


ค


ง


จ

แบบทดสอบหมุนภาพ

ฉบับที่ 2

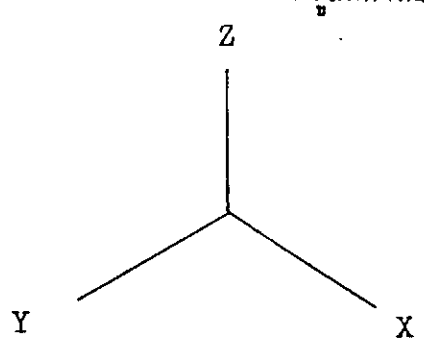
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดให้ขีดกากบาท (×) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การตอบคำถามแต่ละข้อให้นักเรียนพิจารณาดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาดูว่าเมื่อหมุนภาพนี้ไปในทิศทางรอบแกน Y และจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา

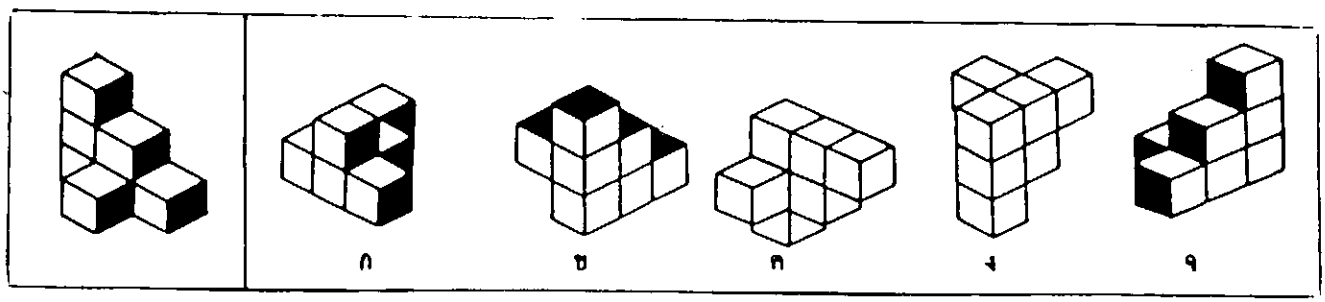
4. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนดดังนี้



5. การแรเงานั้นจะแรเงาเพียงด้านใดด้านหนึ่งของภาพดังที่แรเงาให้เห็นไว้เท่านั้น

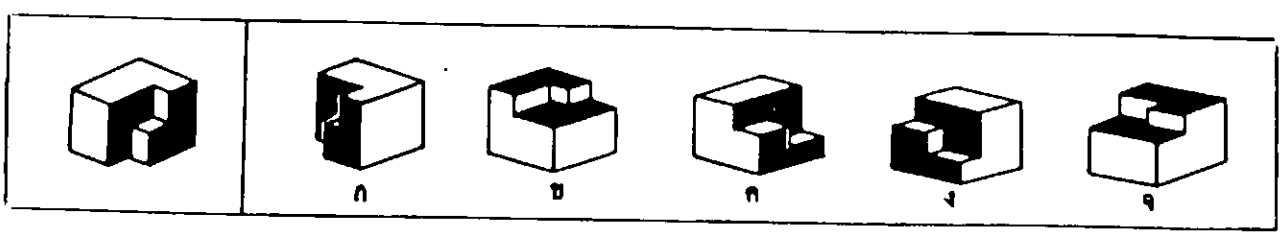
ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐)



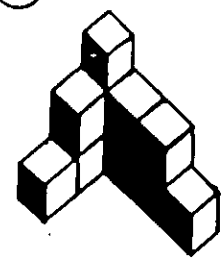
จากข้อ (๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ค

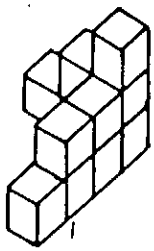
ข้อ (๐๐)



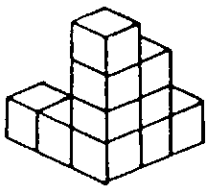
จากข้อ (๐๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ จ

1

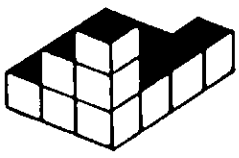




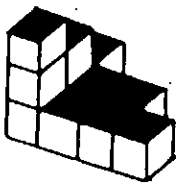
ก



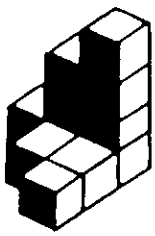
ข



ค

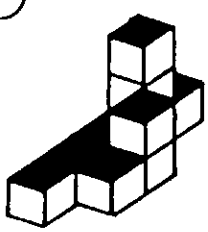


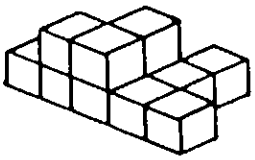
ง



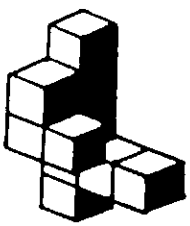
จ

2

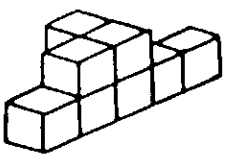




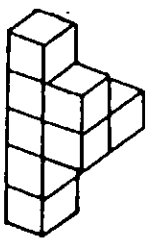
ก



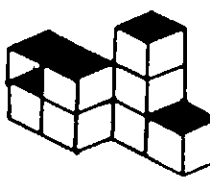
ข



ค

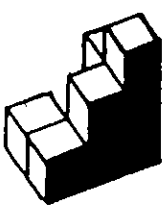


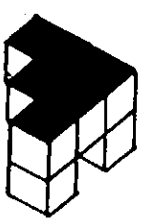
ง



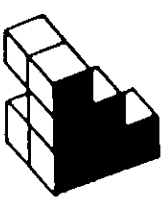
จ

3

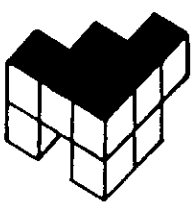




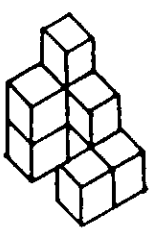
ก



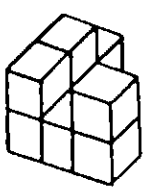
ข



ค

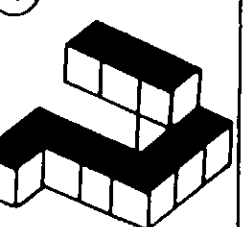


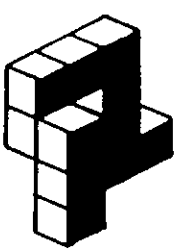
ง



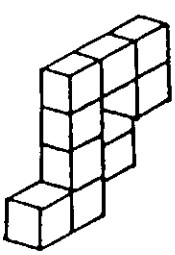
จ

4

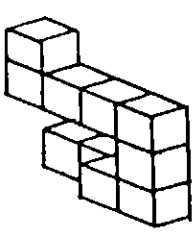




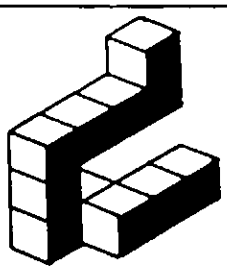
ก



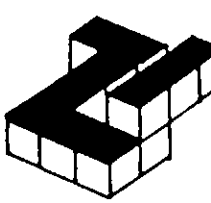
ข



ค

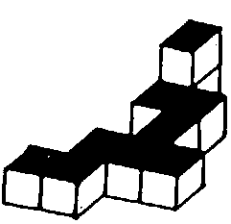


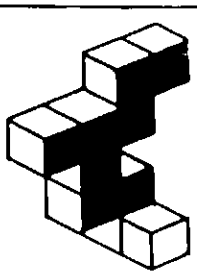
ง



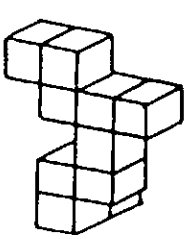
จ

5

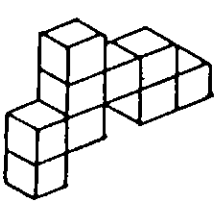




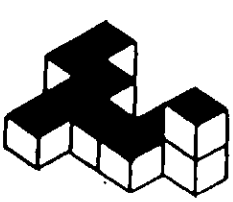
ก



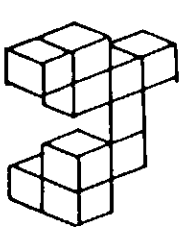
ข



ค

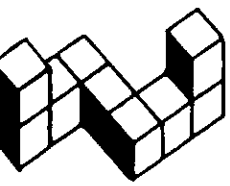


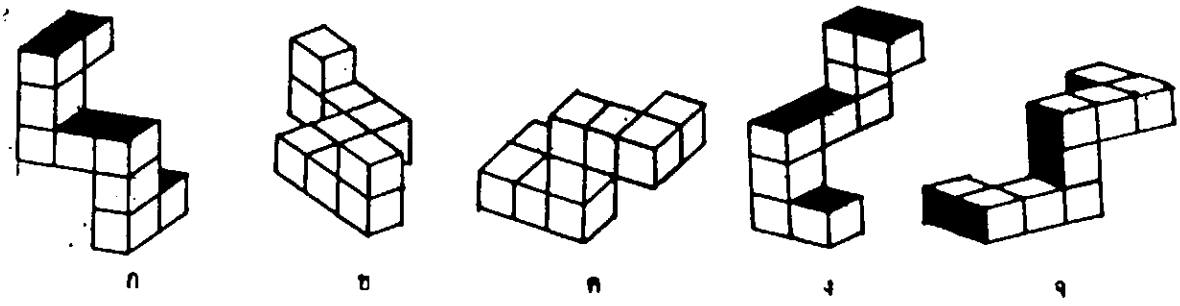
ง



จ

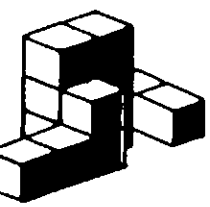
6

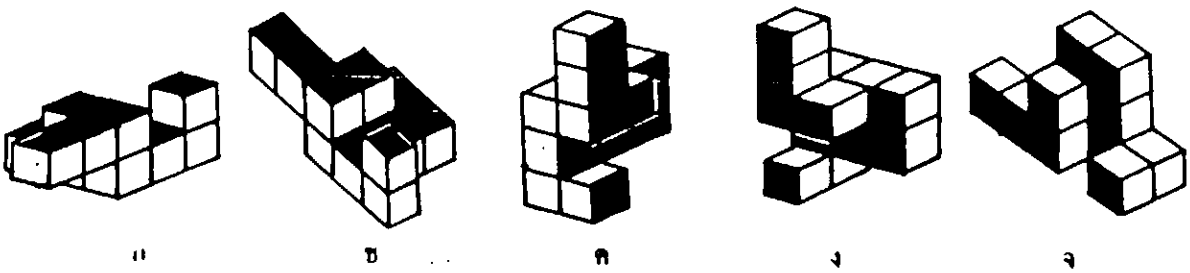




ก ข ค ง จ

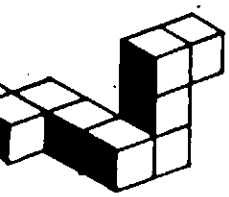
7

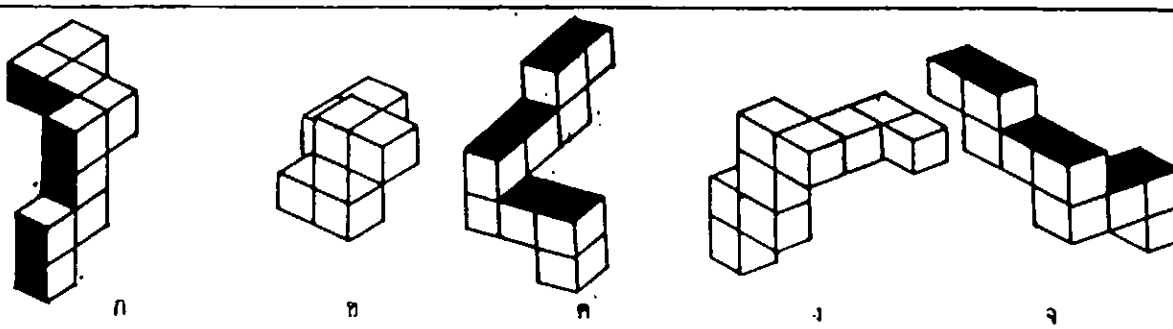




ก ข ค ง จ

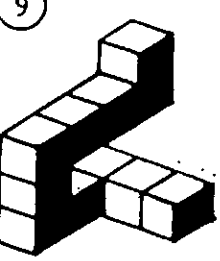
8

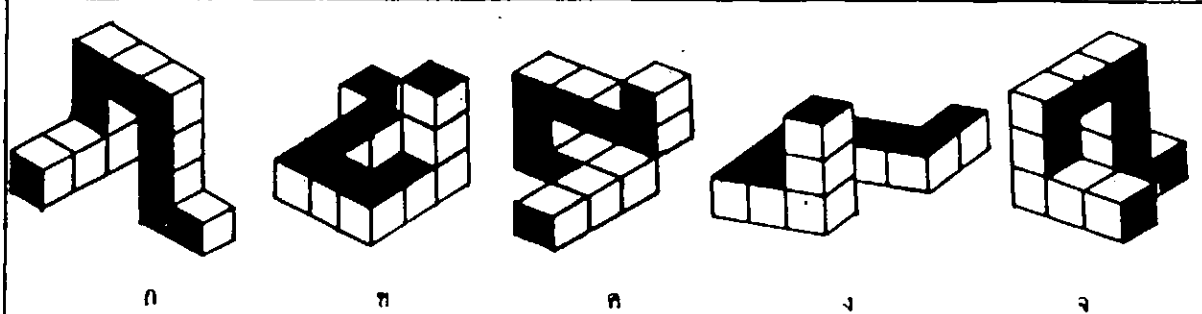




ก ข ค ง จ

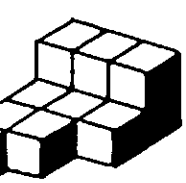
9

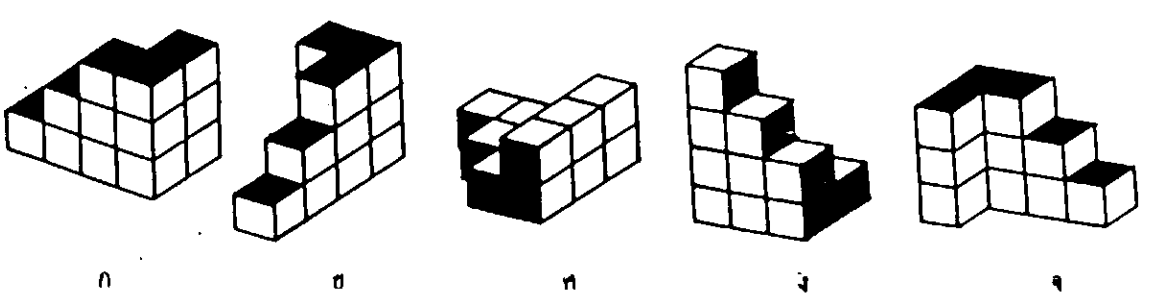




ก ข ค ง จ

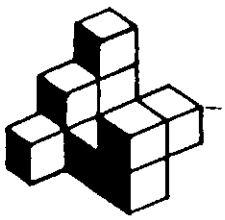
10

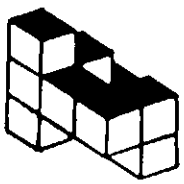




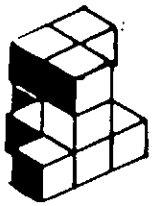
ก ข ค ง จ

(11)

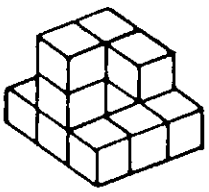




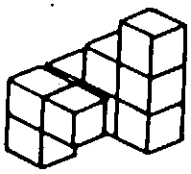
ก



ข



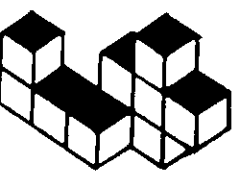
ค

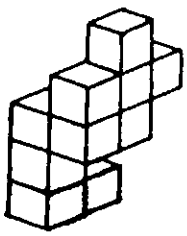


ง

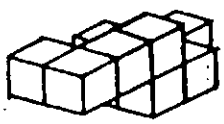
จ

(12)

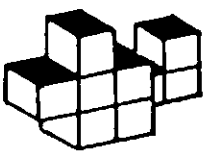




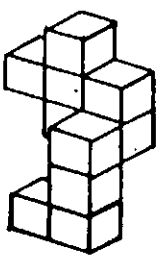
ก



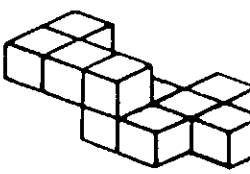
ข



ค

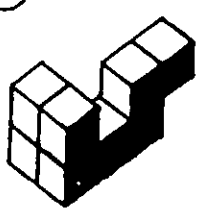


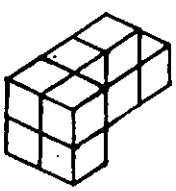
ง



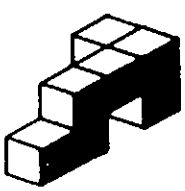
จ

(13)

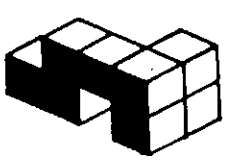




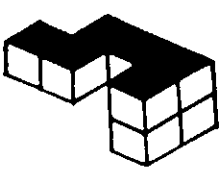
ก



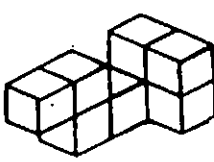
ข



ค

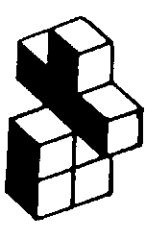


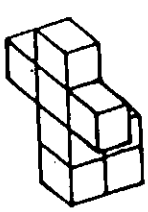
ง



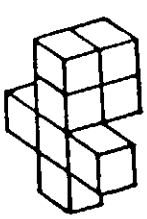
จ

(14)

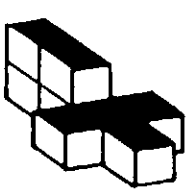




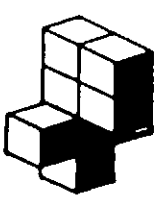
ก



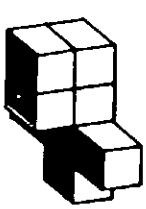
ข



ค

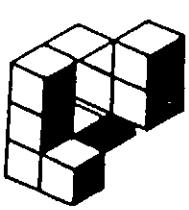


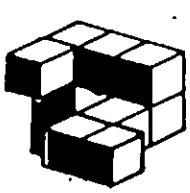
ง



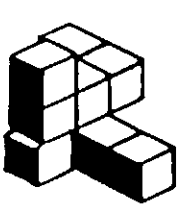
จ

(15)

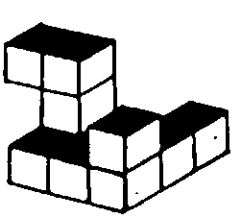




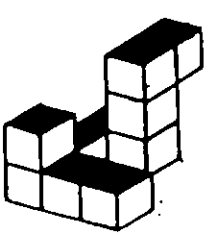
ก



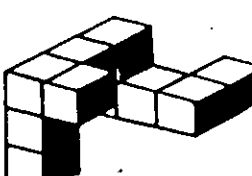
ข



ค

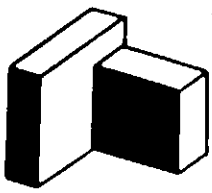


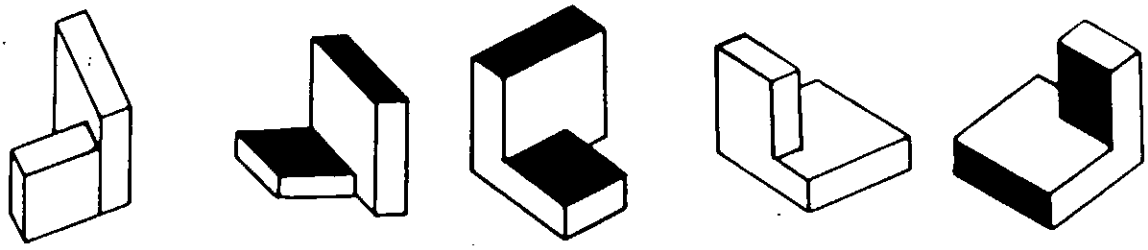
ง



จ

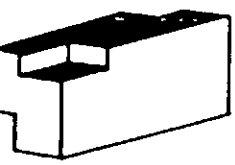
16

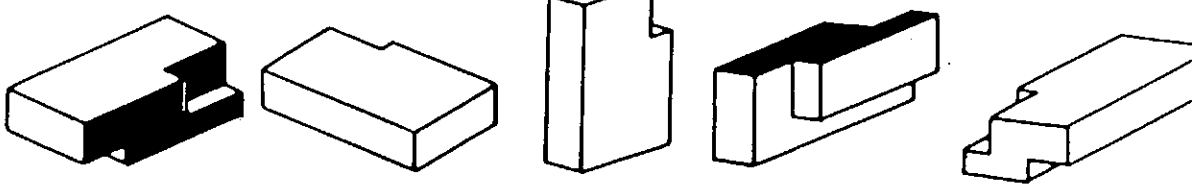




ก ข ค ง จ

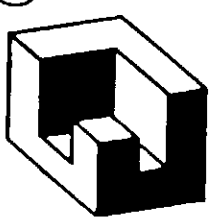
17

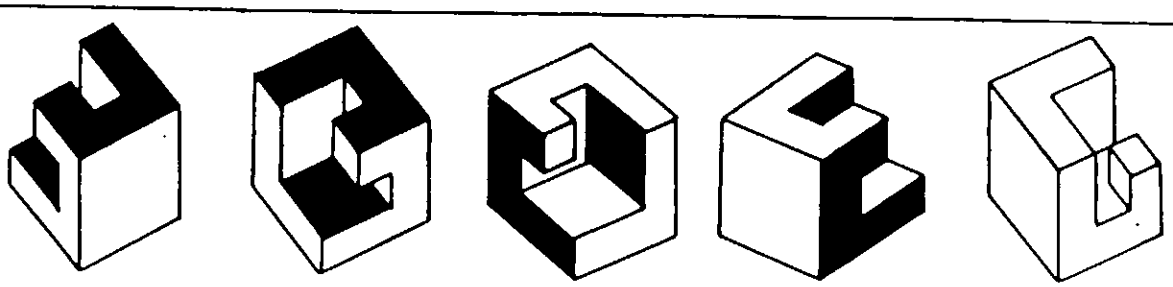




ก ข ค ง จ

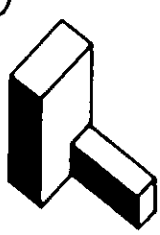
18

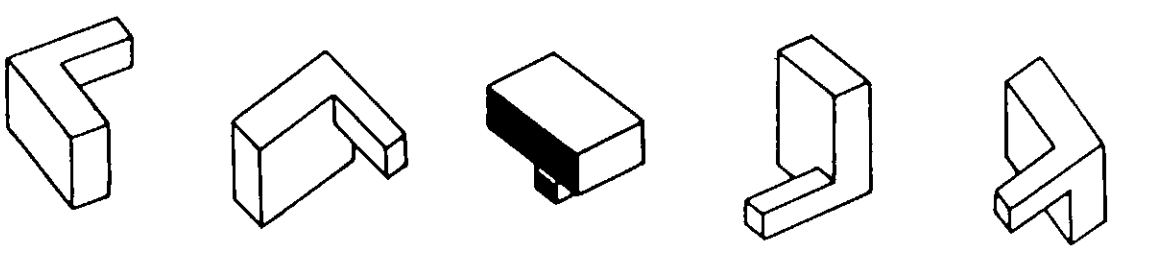




ก ข ค ง จ

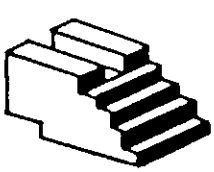
19

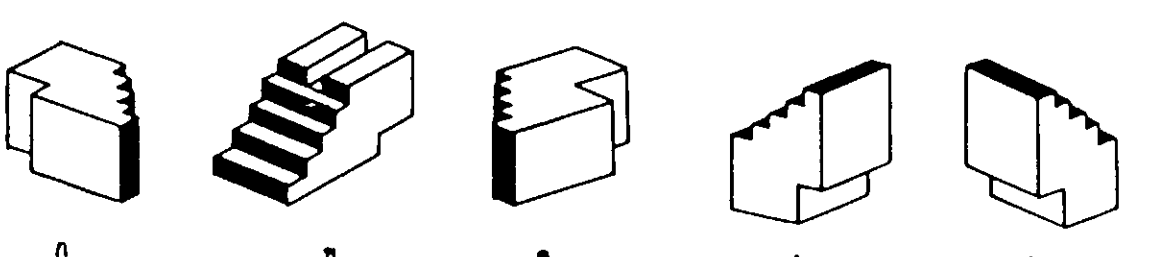




ก ข ค ง จ

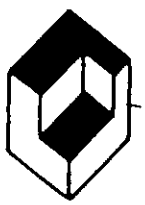
20



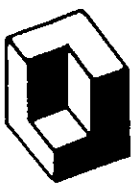


ก ข ค ง จ

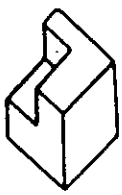
21



ก



ข

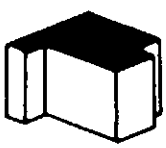


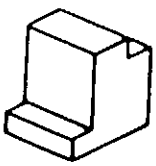
ค

ง

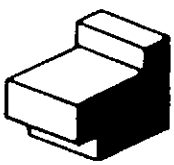
จ

22

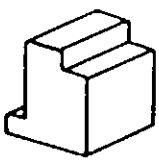




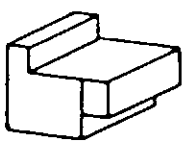
ก



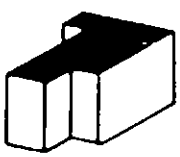
ข



ค

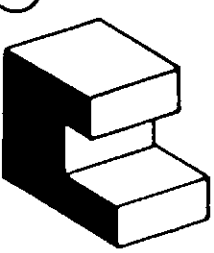


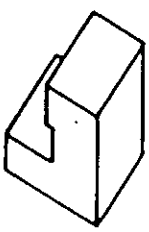
ง



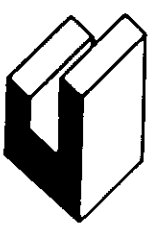
จ

23

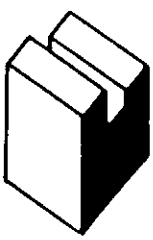




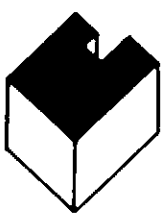
ก



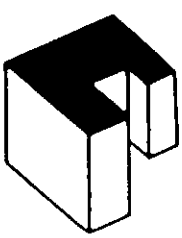
ข



ค

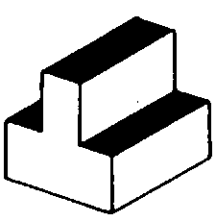


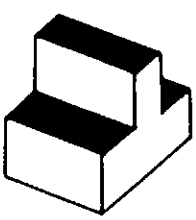
ง



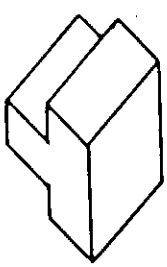
จ

24

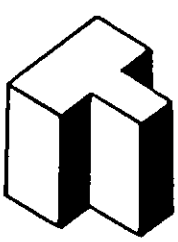




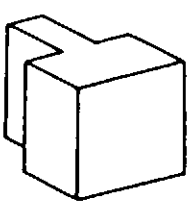
ก



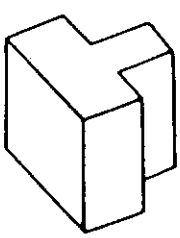
ข



ค

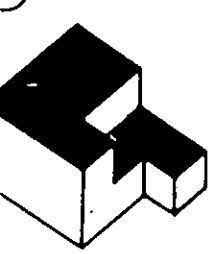


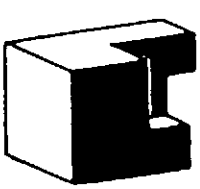
ง



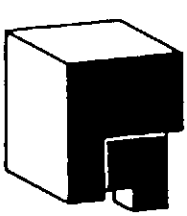
จ

25

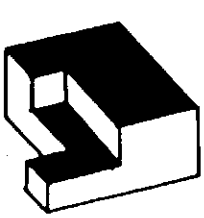




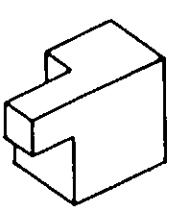
ก



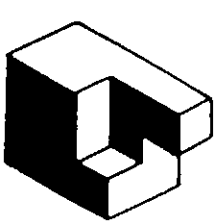
ข



ค

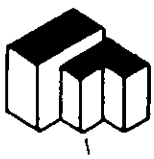


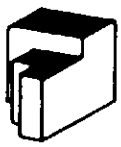
ง



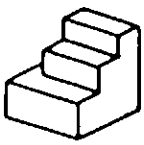
จ

26

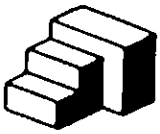




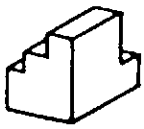
ก



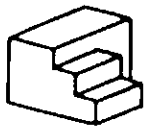
ข



ค

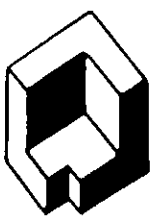


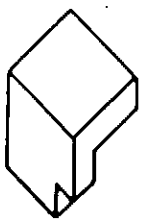
ง



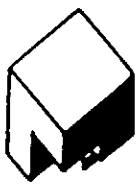
จ

27

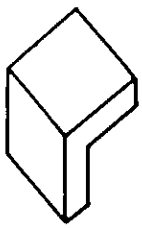




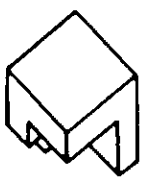
ก



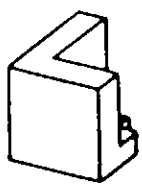
ข



ค

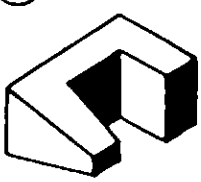


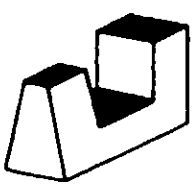
ง



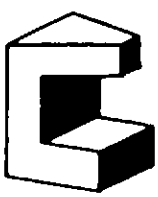
จ

28

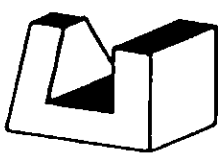




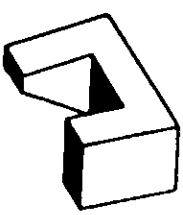
ก



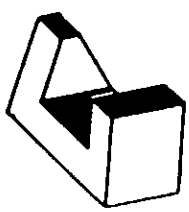
ข



ค

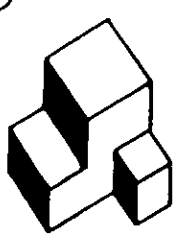


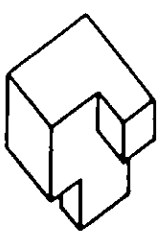
ง



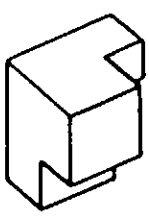
จ

29

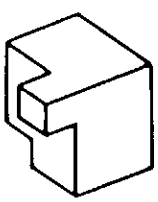




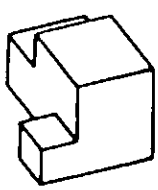
ก



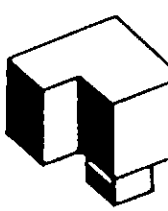
ข



ค

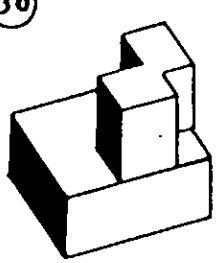


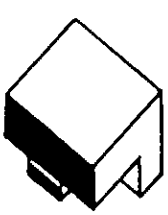
ง



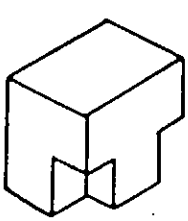
จ

30

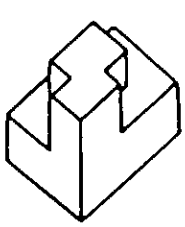




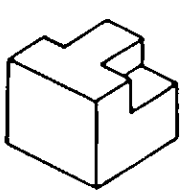
ก



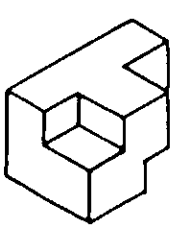
ข



ค



ง



จ

แบบทดสอบหมุนภาพ

ฉบับที่ 3

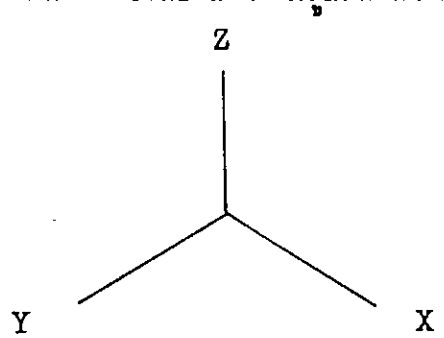
<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด <u>30 ข้อ</u> มีเวลาทำเพียง <u>20 นาที</u> ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดให้ขีดกากบาท (×) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การตอบคำถามแต่ละข้อให้นักเรียนพิจารณาดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาดูว่าเมื่อหมุนภาพนี้ไปในทิศทางรอบแกน Z และจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา

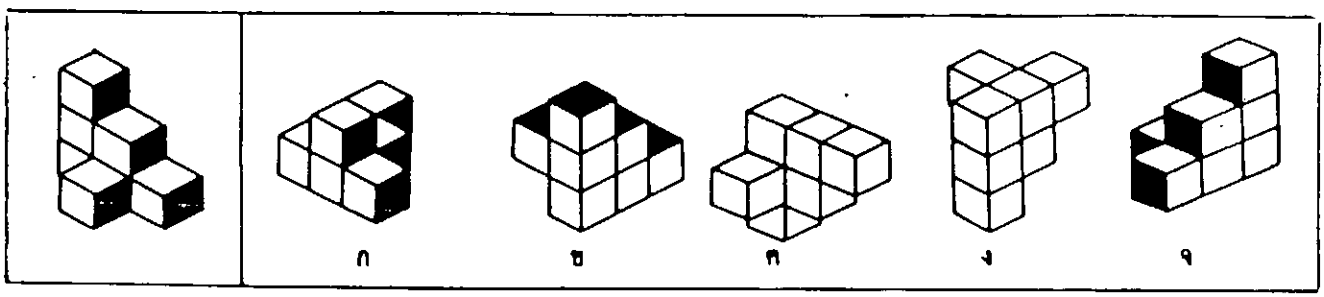
4. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนดดังนี้



5. การแรเงานั้นจะแรเงาเพียงด้านใดด้านหนึ่งของภาพดังที่แรเงาให้เห็นไว้เท่านั้น

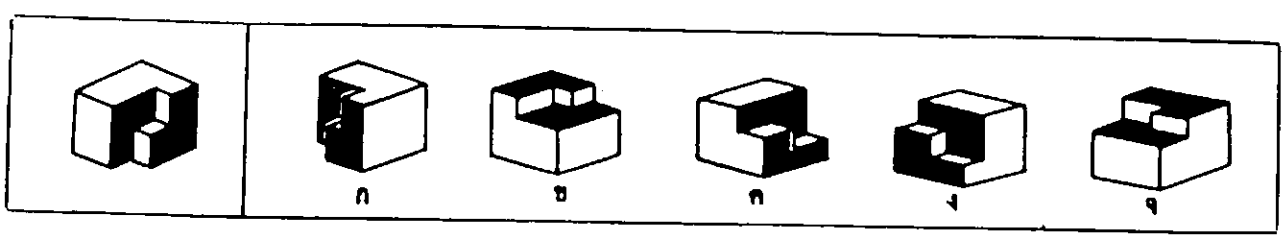
ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐)



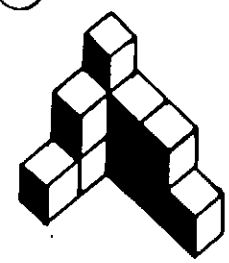
จากข้อ (๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ จ

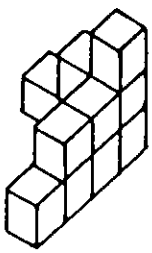
ข้อ (๐๐)



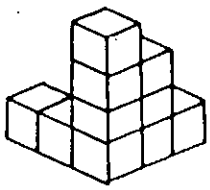
จากข้อ (๐๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ก

1

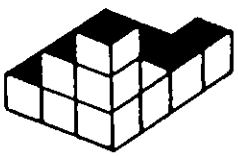




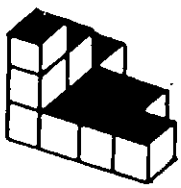
ก



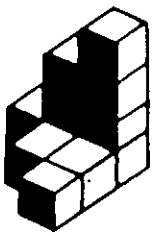
ข



ค

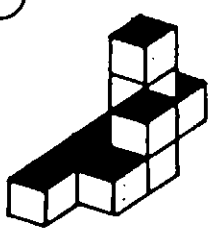


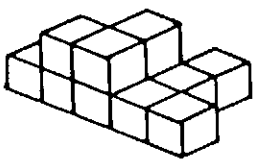
ง



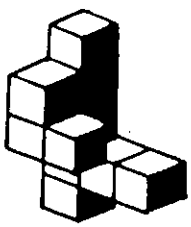
จ

2

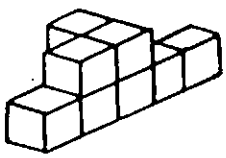




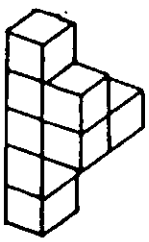
ก



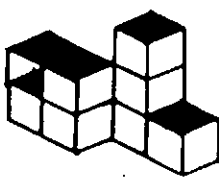
ข



ค

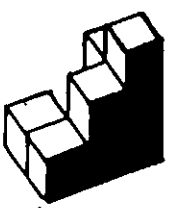


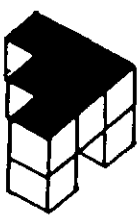
ง



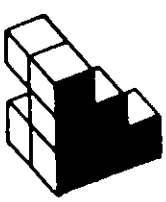
จ

3

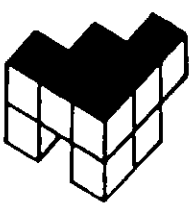




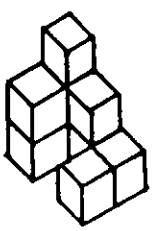
ก



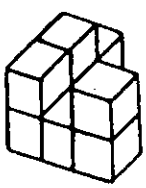
ข



ค

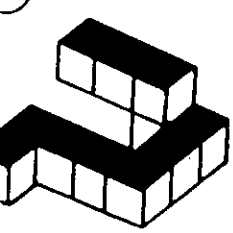


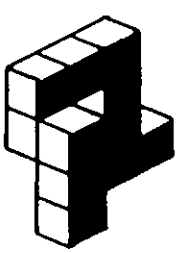
ง



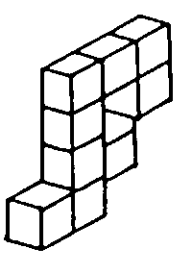
จ

4

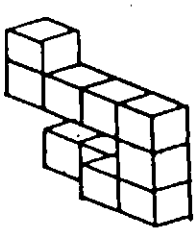




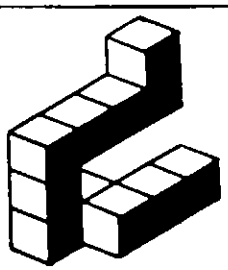
ก



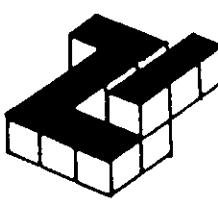
ข



ค

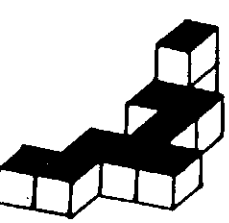


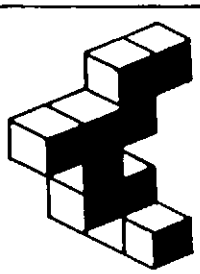
ง



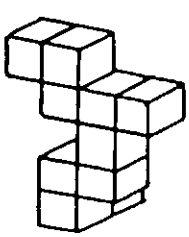
จ

5

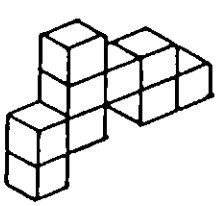




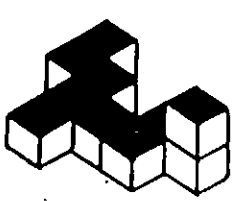
ก



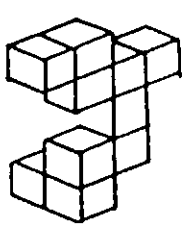
ข



ค

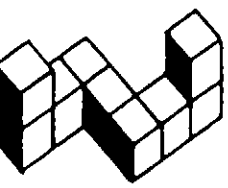


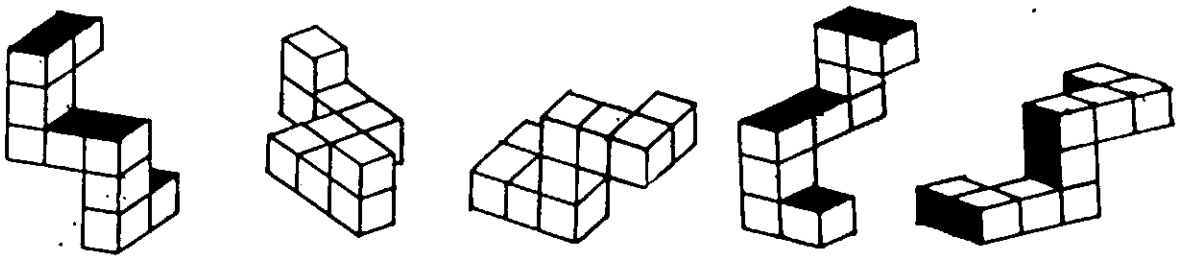
ง



จ

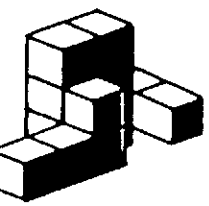
6

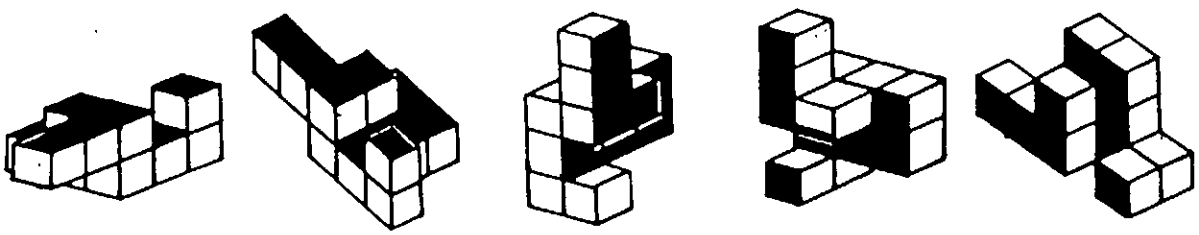




ก ข ค ง จ

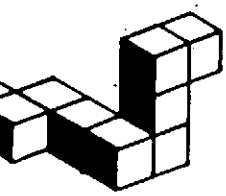
7

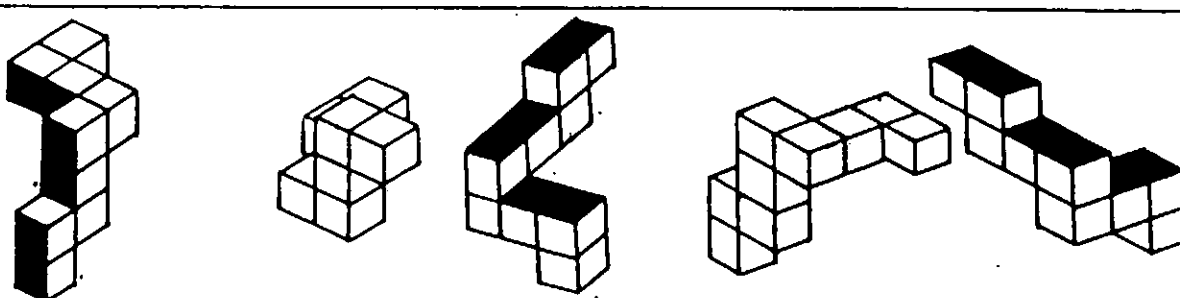




ก ข ค ง จ

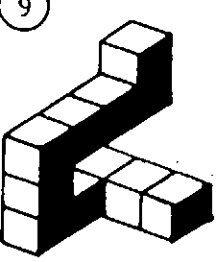
8

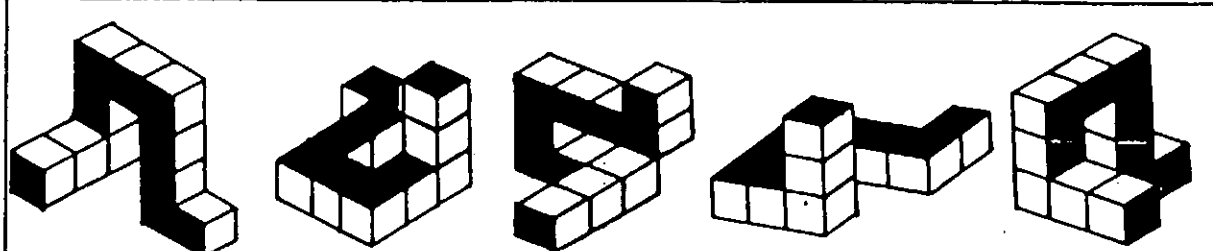




ก ข ค ง จ

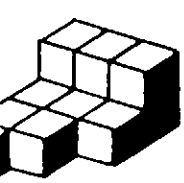
9

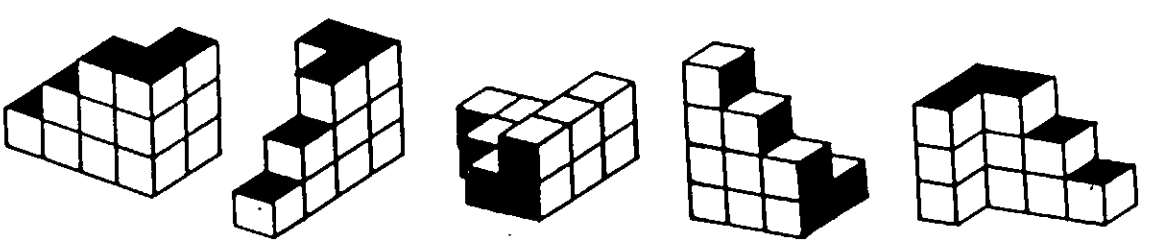




ก ข ค ง จ

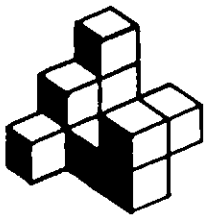
10

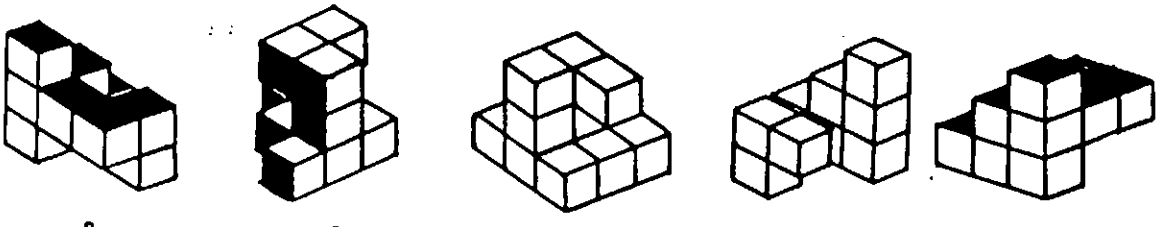




ก ข ค ง จ

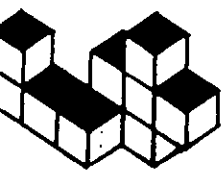
11

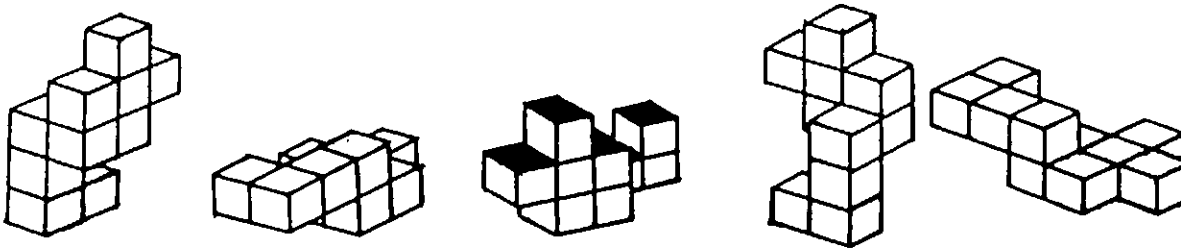




ก ข ค ง จ

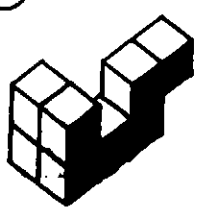
12

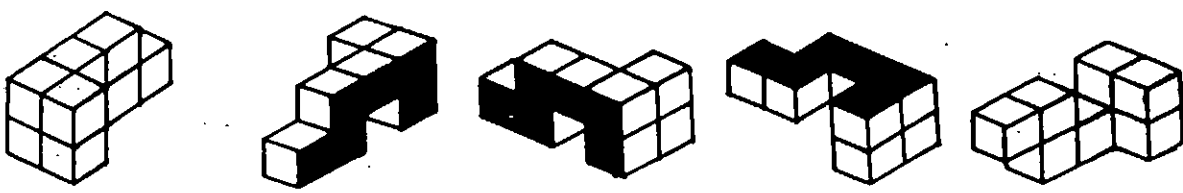




ก ข ค ง จ

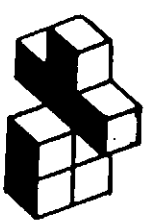
13

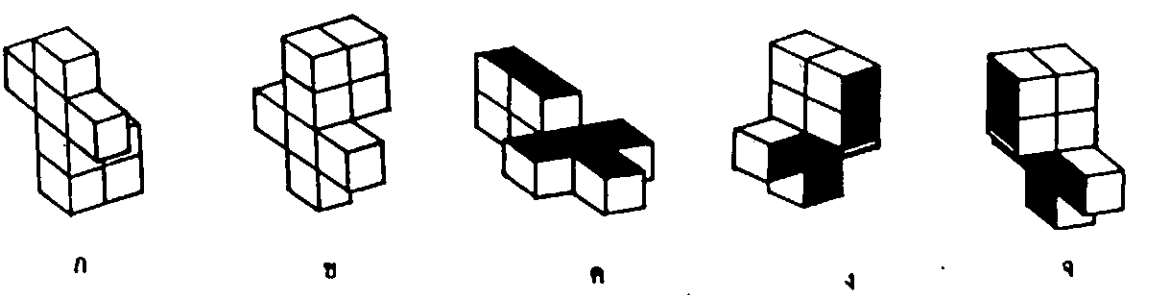




ก ข ค ง จ

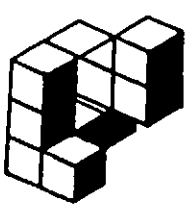
14

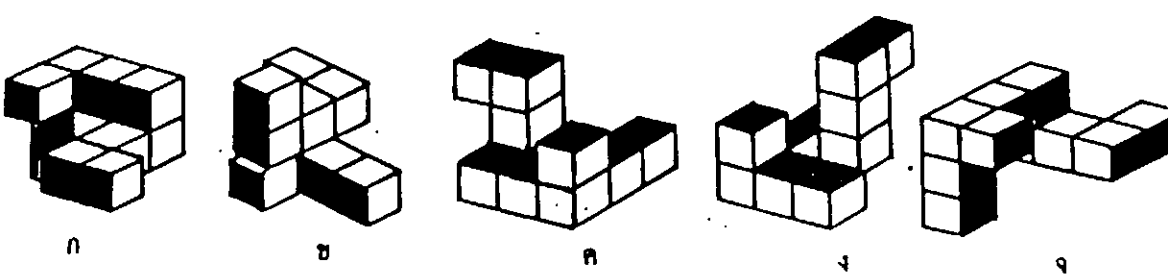




ก ข ค ง จ

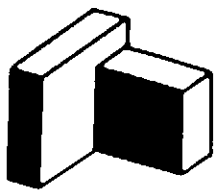
15

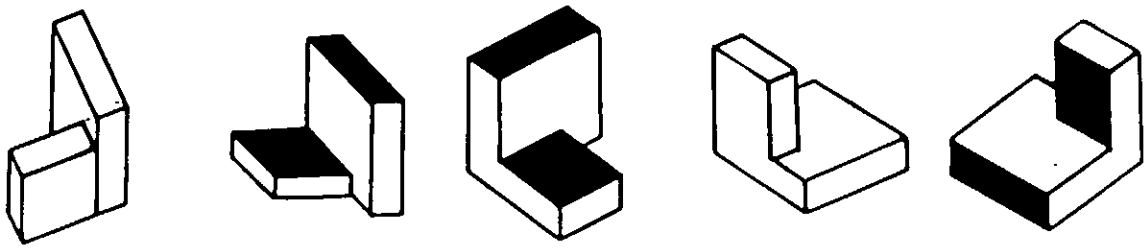




ก ข ค ง จ

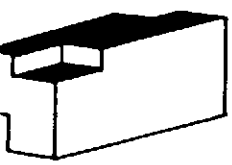
16

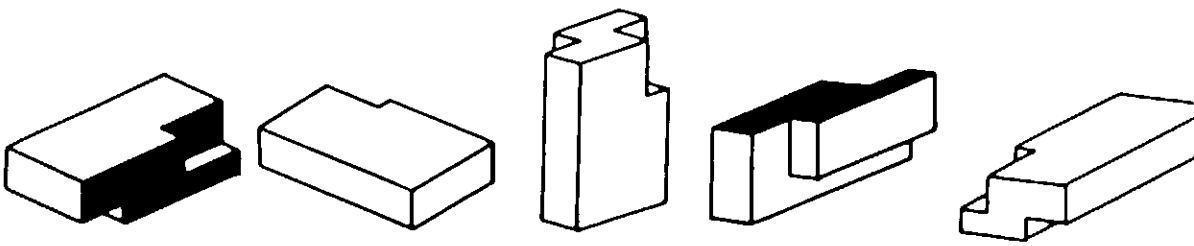




ก ข ค ง จ

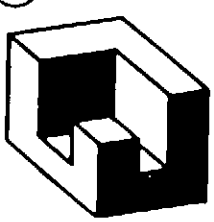
17

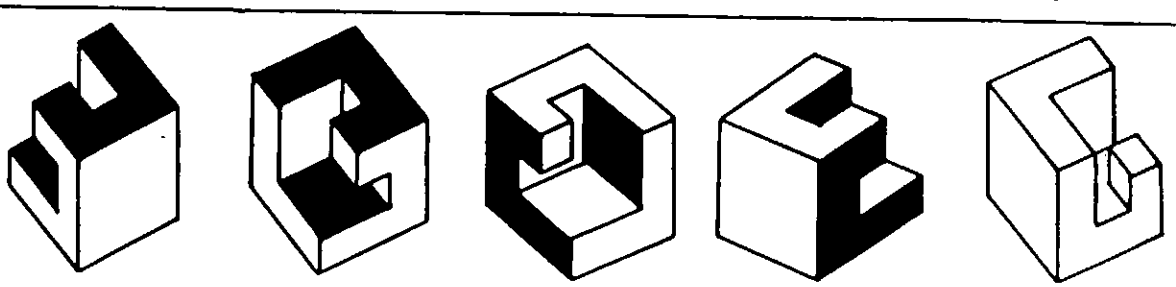




ก ข ค ง จ

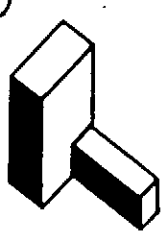
18

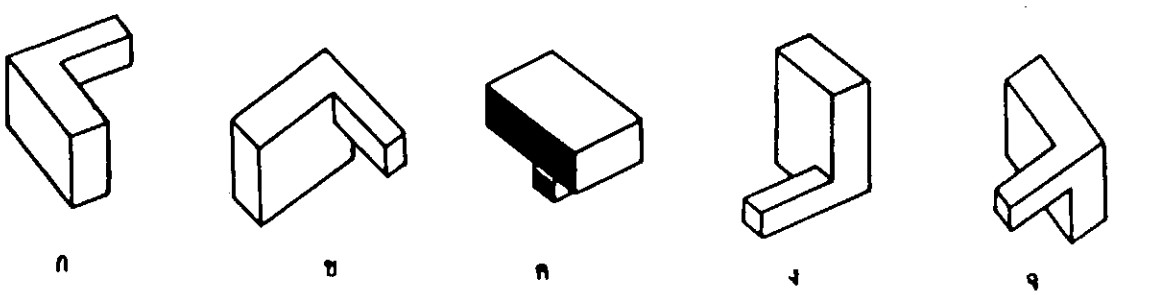




ก ข ค ง จ

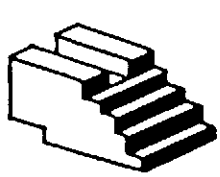
19

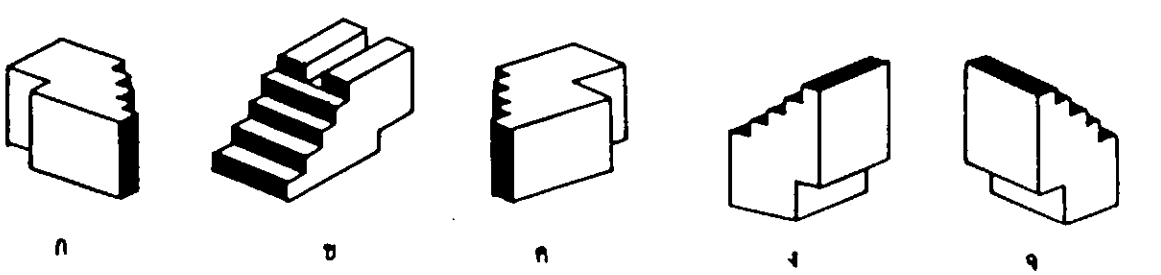




ก ข ค ง จ

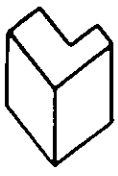
20



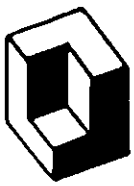


ก ข ค ง จ

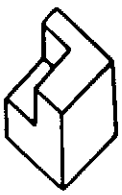
21



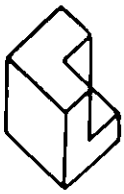
ก



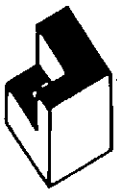
ข



ค

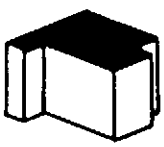


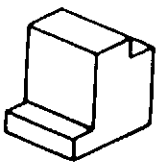
ง



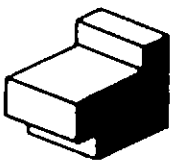
จ

22

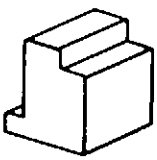




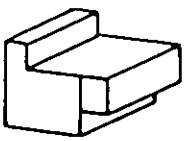
ก



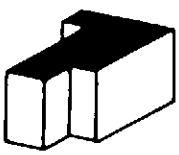
ข



ค

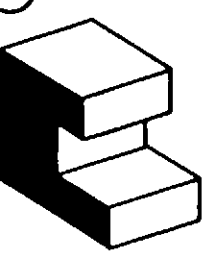


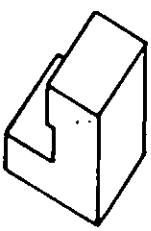
ง



จ

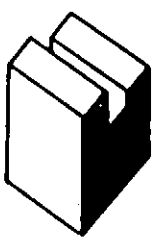
23



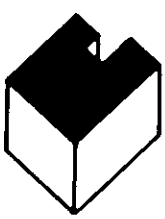


ก

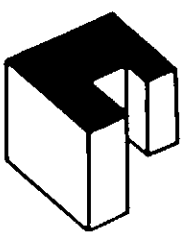
ข



ค

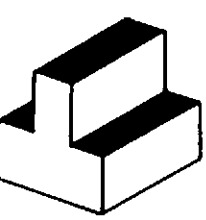


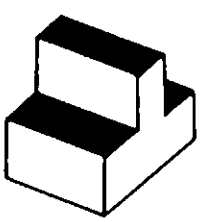
ง



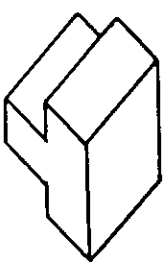
จ

24

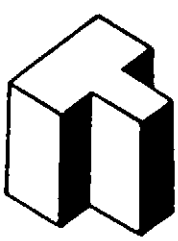




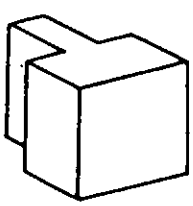
ก



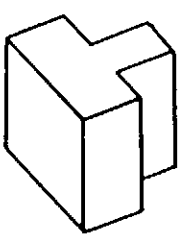
ข



ค

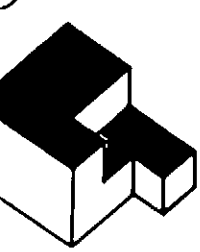


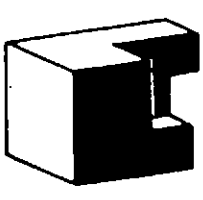
ง



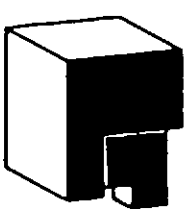
จ

25

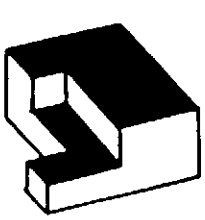




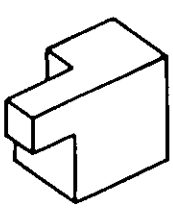
ก



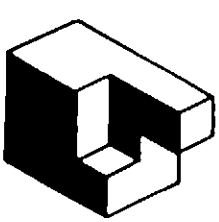
ข



ค

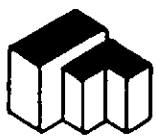


ง

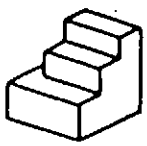


จ

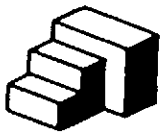
(26)



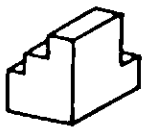
ก



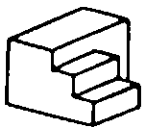
ข



ค

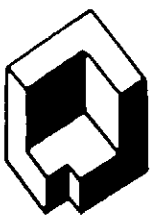


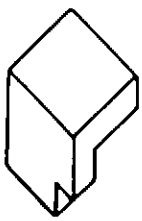
ง



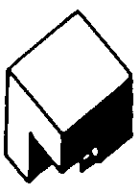
จ

(27)

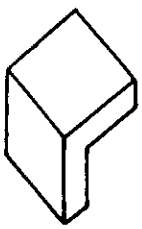




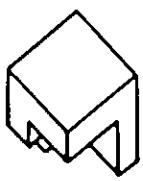
ก



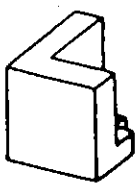
ข



ค

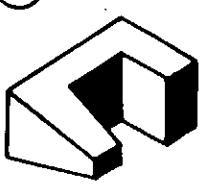


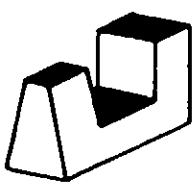
ง



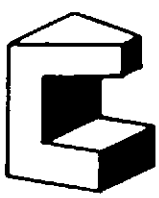
จ

(28)

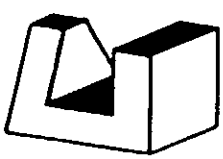




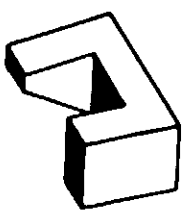
ก



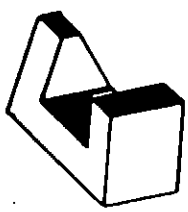
ข



ค

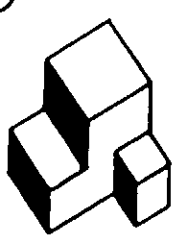


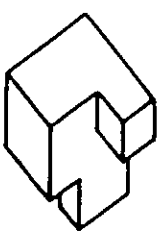
ง



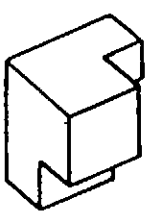
จ

(29)

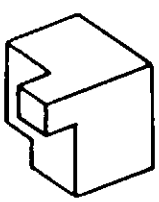




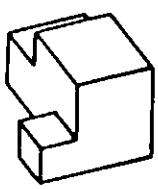
ก



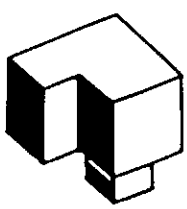
ข



ค

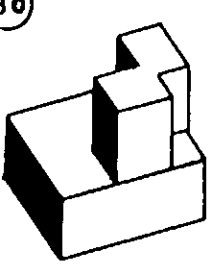


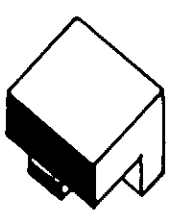
ง



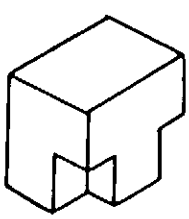
จ

(30)

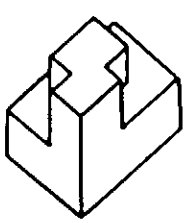




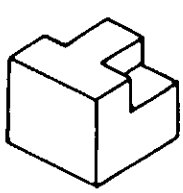
ก



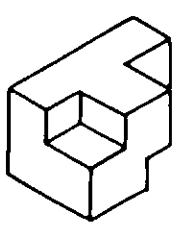
ข



ค



ง



จ

แบบทดสอบหมุนภาพ

ฉบับที่ 4

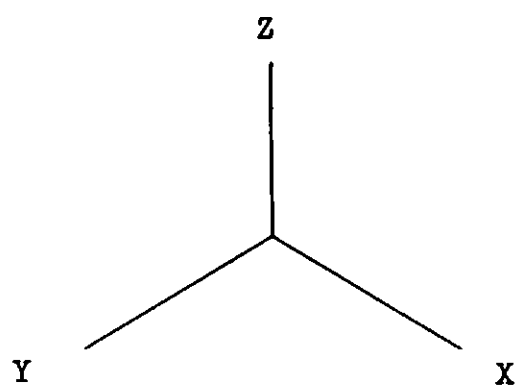
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดให้ขีดกากบาท (×) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

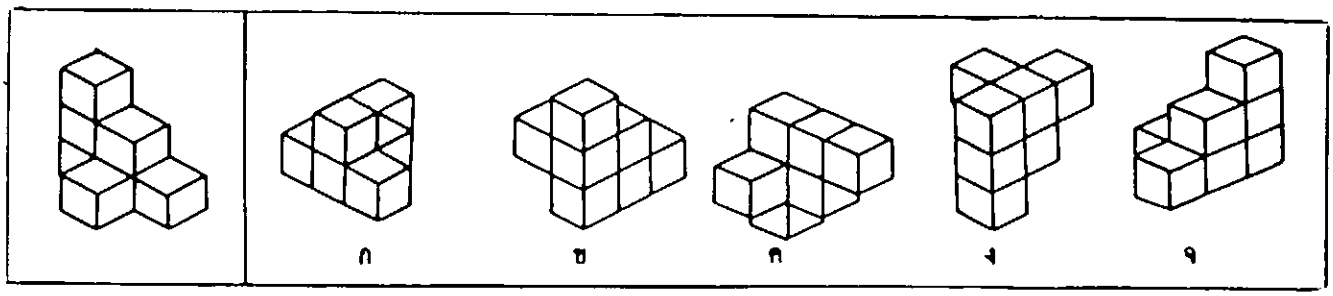
3. การตอบคำถามแต่ละข้อให้นักเรียนพิจารณาดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาดูว่าเมื่อหมุนภาพนี้ไปในทิศทางรอบแกน X และจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา

4. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนดดังนี้



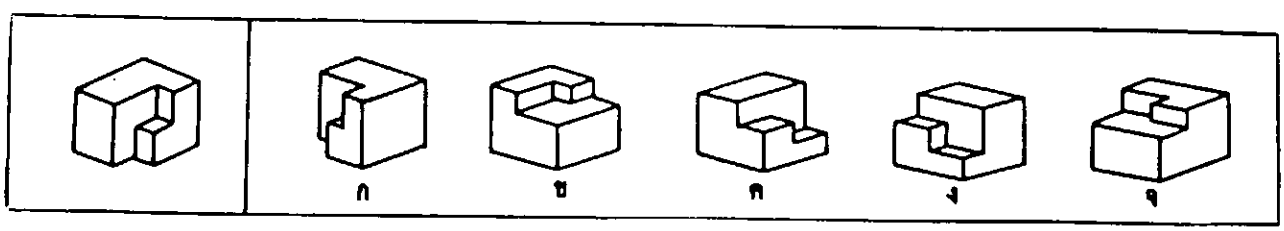
ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐)



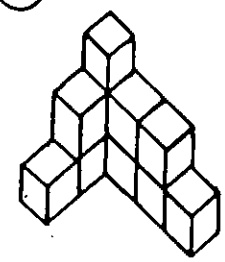
จากข้อ (๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ก

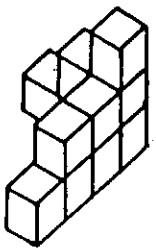
ข้อ (๐๐)



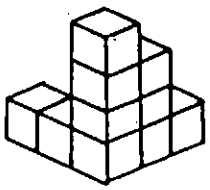
จากข้อ (๐๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ค

1

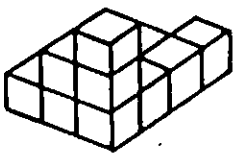




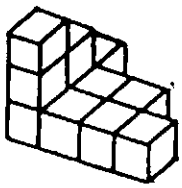
ก



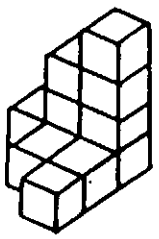
ข



ค

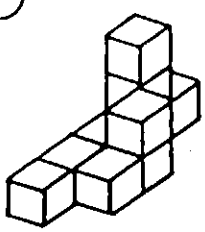


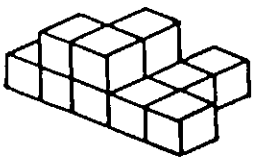
ง



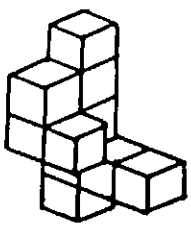
จ

2

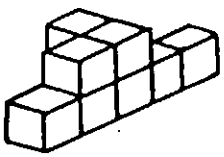




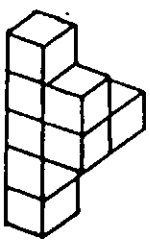
ก



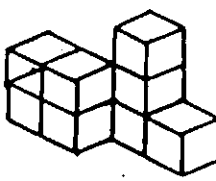
ข



ค

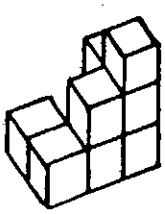


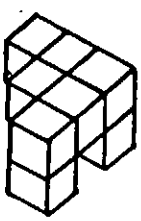
ง



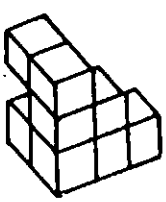
จ

3

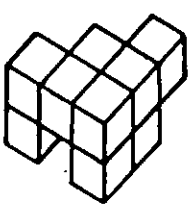




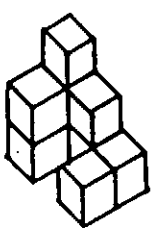
ก



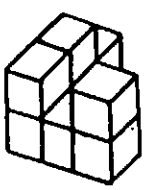
ข



ค

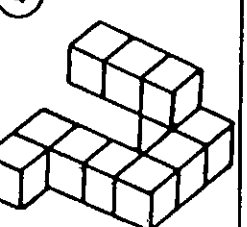


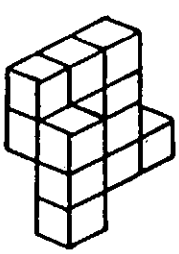
ง



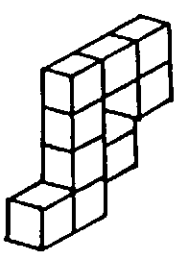
จ

4

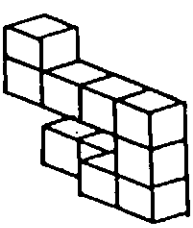




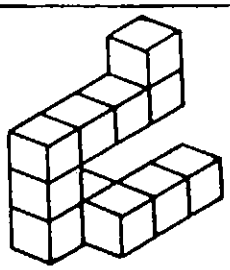
ก



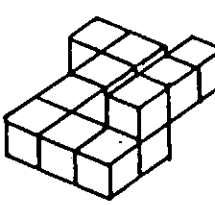
ข



ค

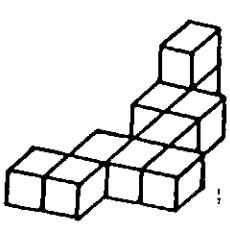


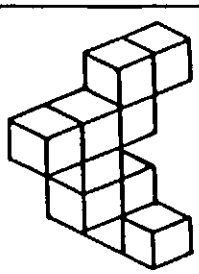
ง



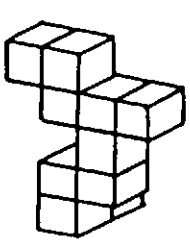
จ

5

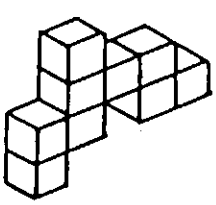




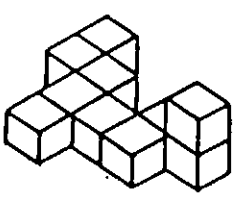
ก



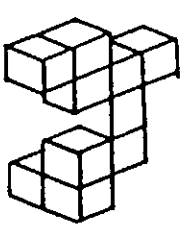
ข



ค

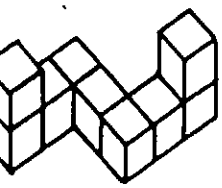


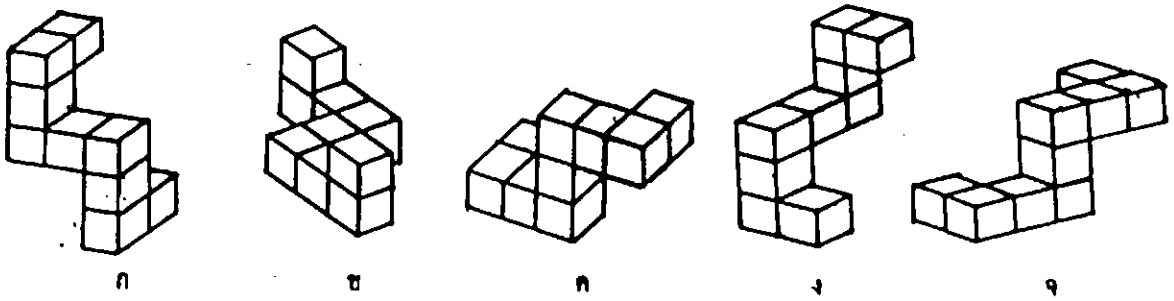
ง



จ

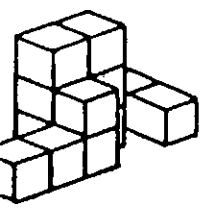
6

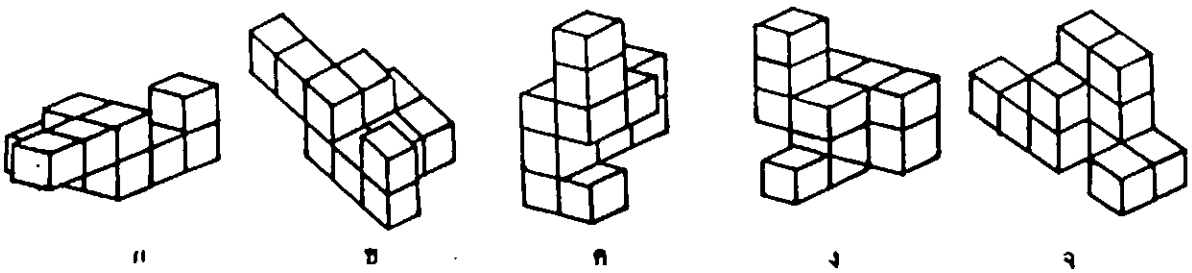




ก ข ค ง จ

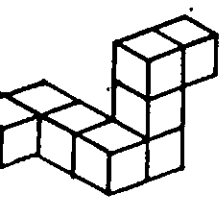
7

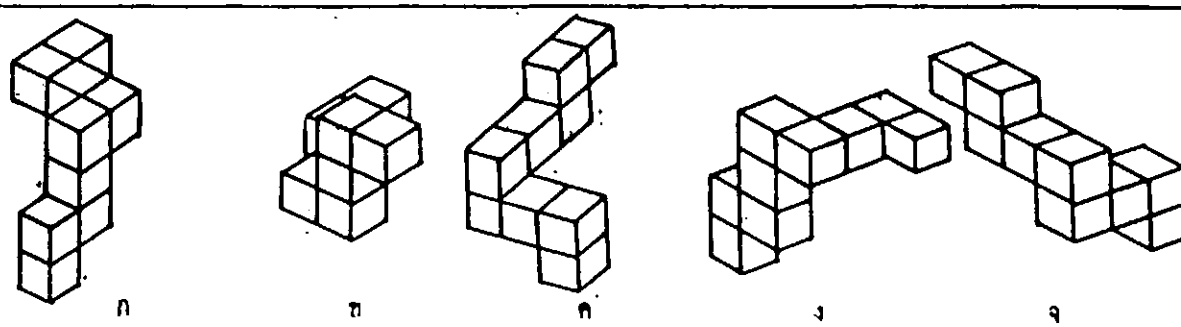




ก ข ค ง จ

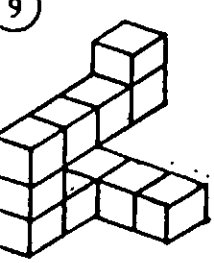
8

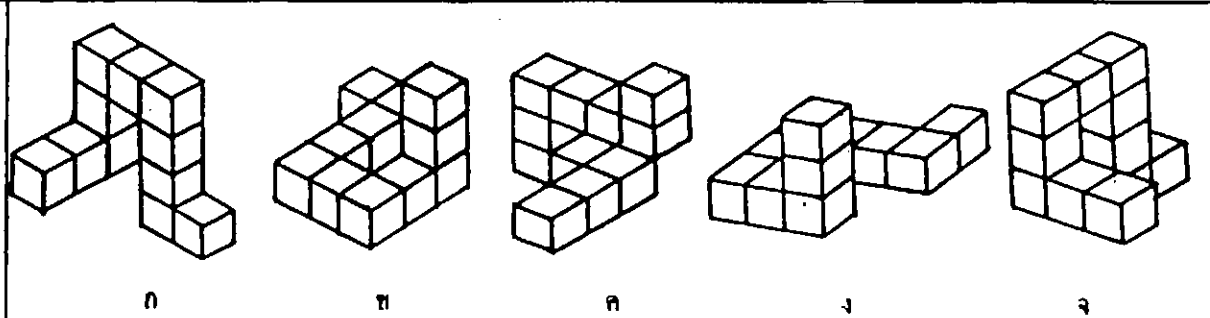




ก ข ค ง จ

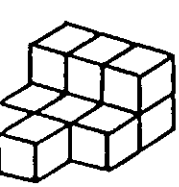
9

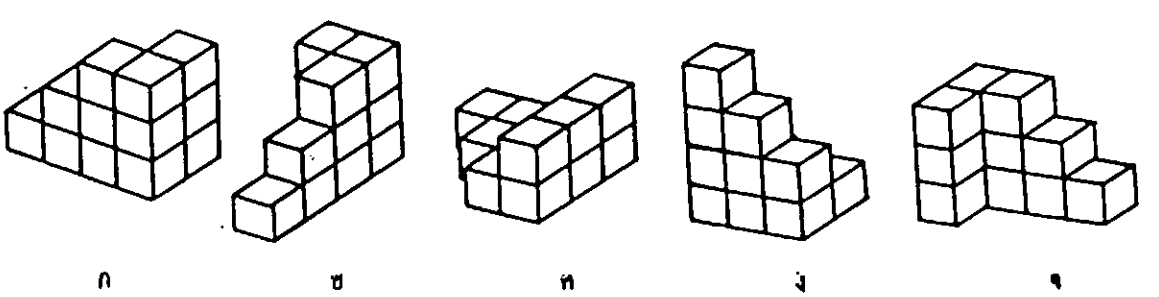




ก ข ค ง จ

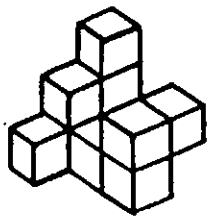
10

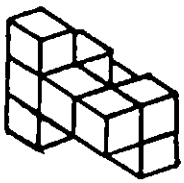




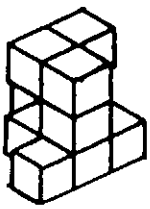
ก ข ค ง จ

11

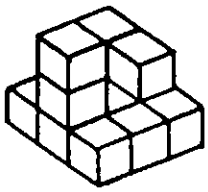




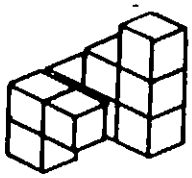
ก



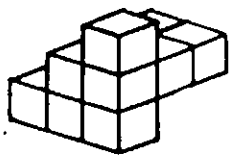
ข



ค

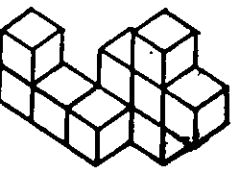


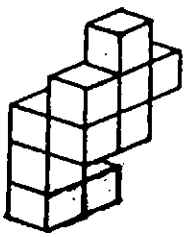
ง



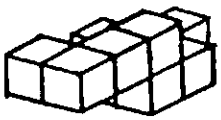
จ

12

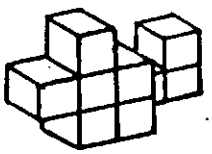




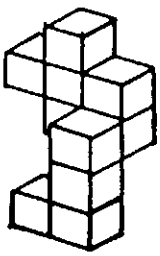
ก



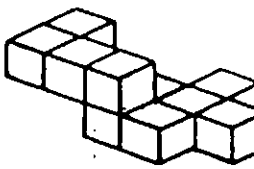
ข



ค

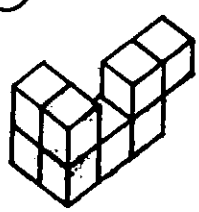


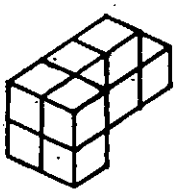
ง



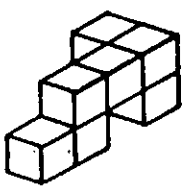
จ

13

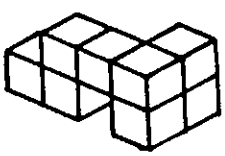




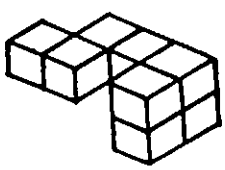
ก



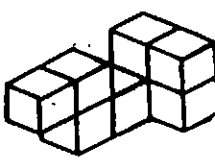
ข



ค

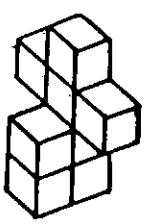


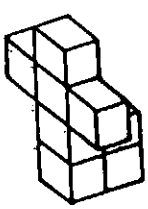
ง



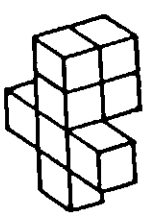
จ

14

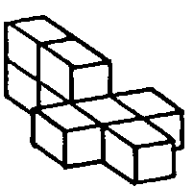




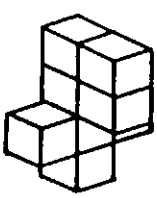
ก



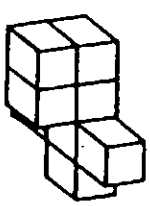
ข



ค

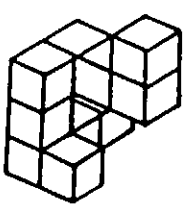


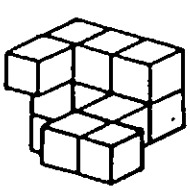
ง



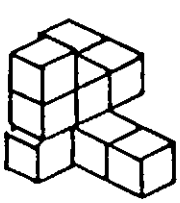
จ

15

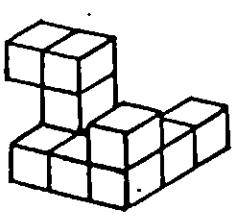




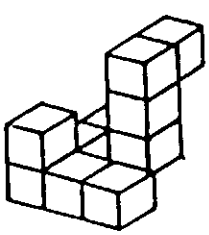
ก



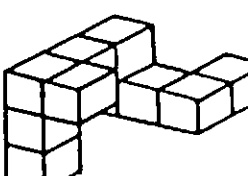
ข



ค

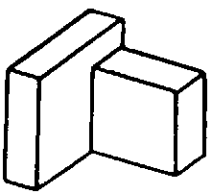


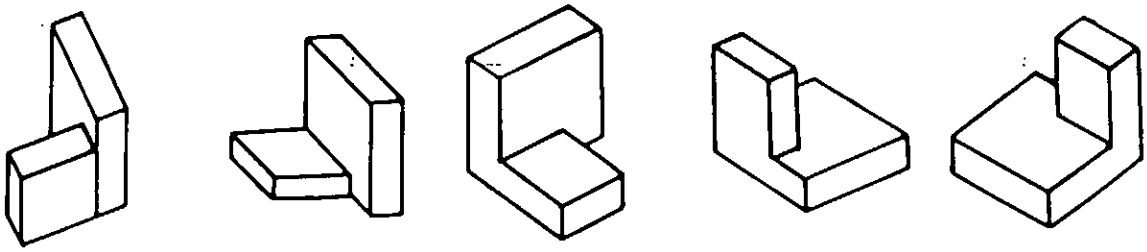
ง



จ

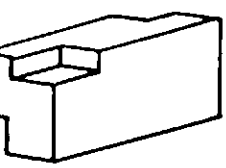
16

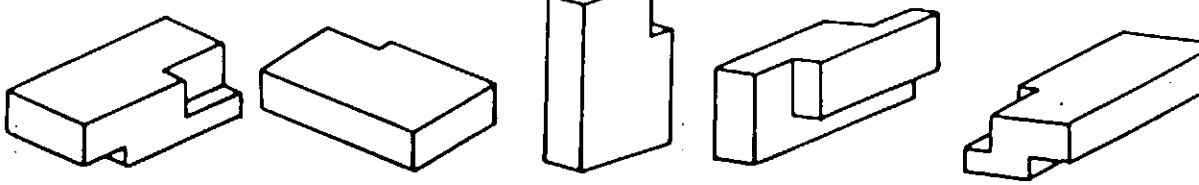




ก ข ค ง จ

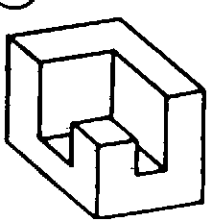
17

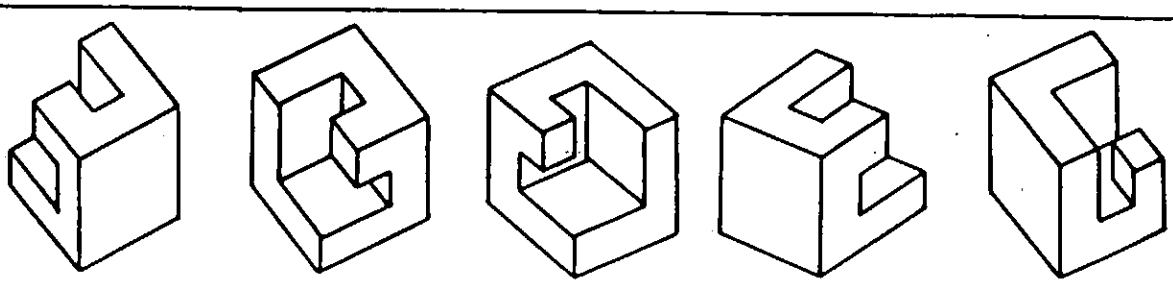




ก ข ค ง จ

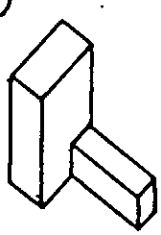
18

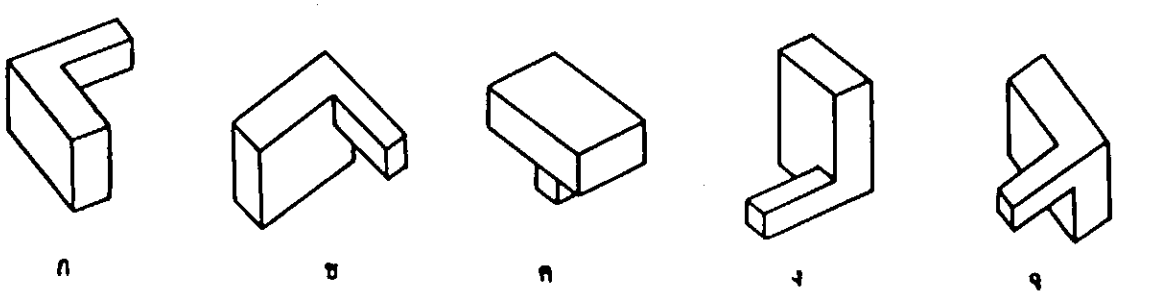




ก ข ค ง จ

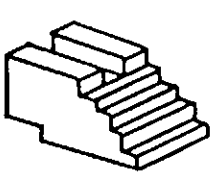
19

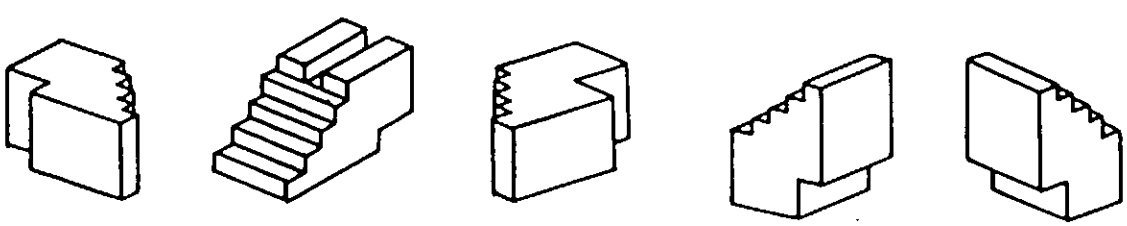




ก ข ค ง จ

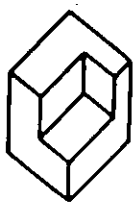
20

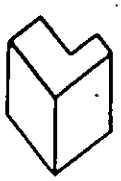




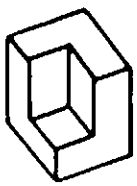
ก ข ค ง จ

(21)

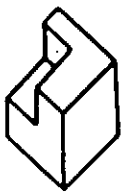




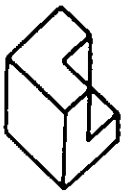
ก



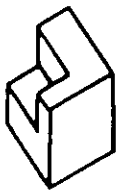
ข



ค

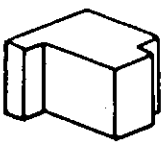


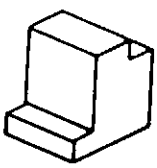
ง



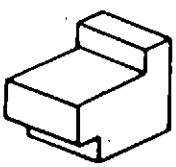
จ

(22)

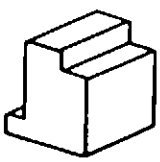




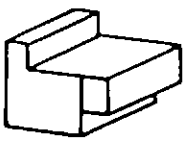
ก



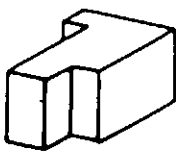
ข



ค

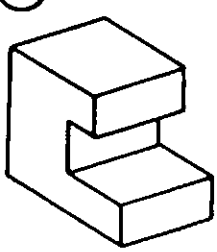


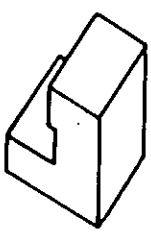
ง



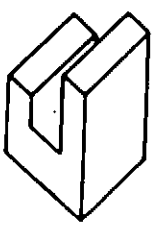
จ

(23)

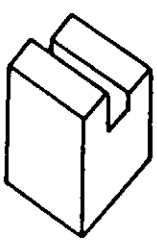




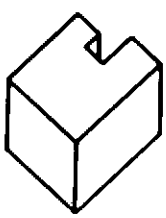
ก



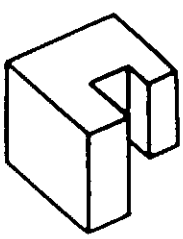
ข



ค

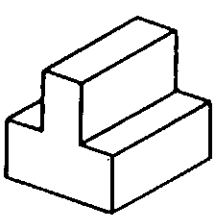


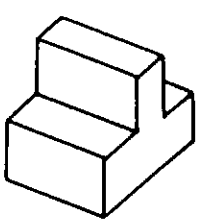
ง



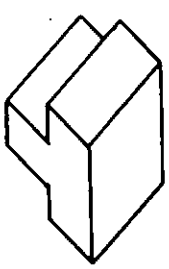
จ

(24)

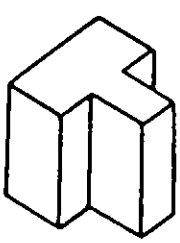




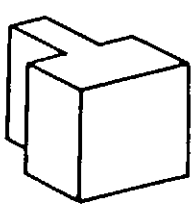
ก



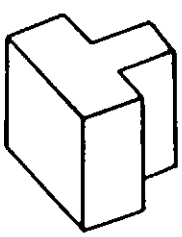
ข



ค

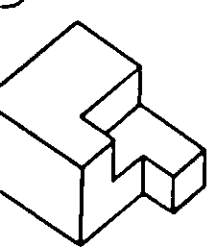


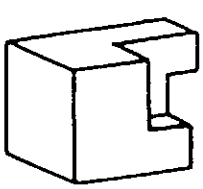
ง



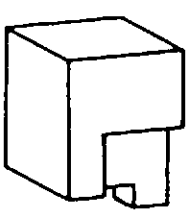
จ

(25)

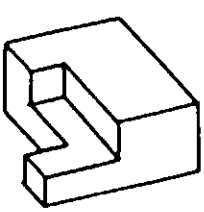




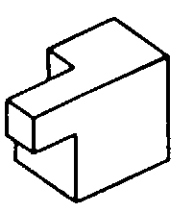
ก



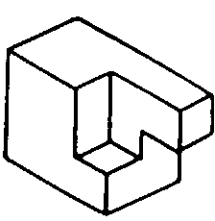
ข



ค

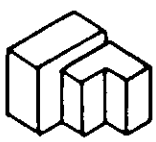


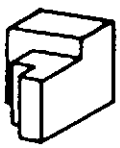
ง



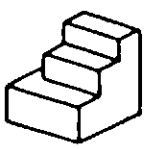
จ

26

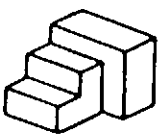




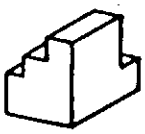
ก



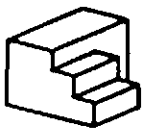
ข



ค

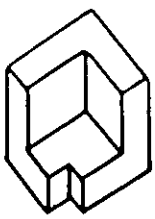


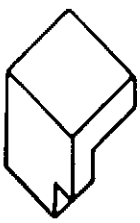
ง



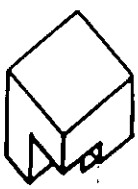
จ

27

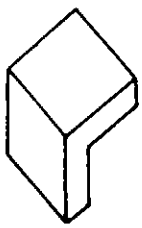




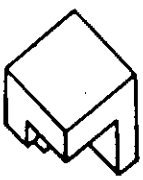
ก



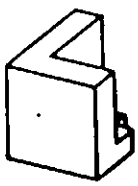
ข



ค

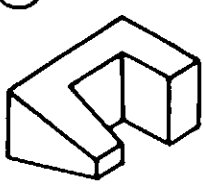


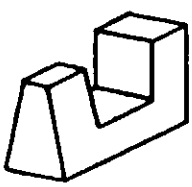
ง



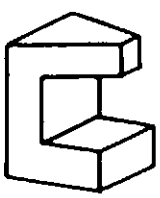
จ

28

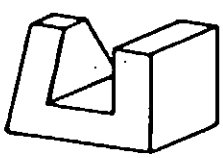




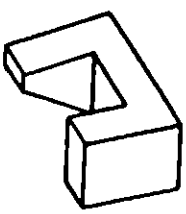
ก



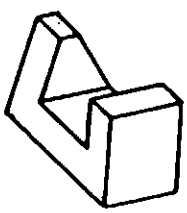
ข



ค

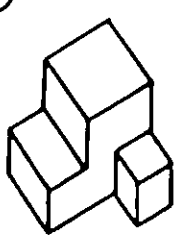


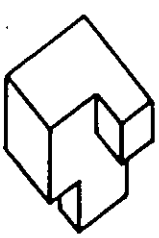
ง



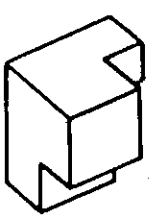
จ

29

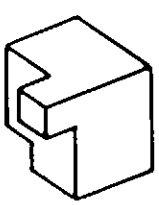




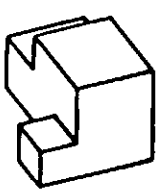
ก



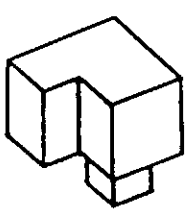
ข



ค

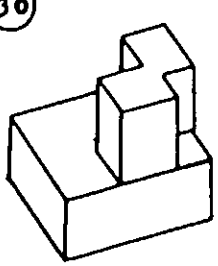


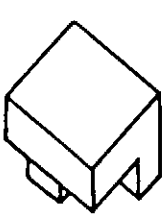
ง



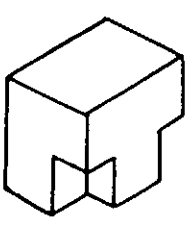
จ

30

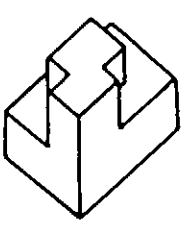




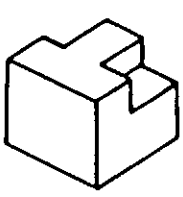
ก



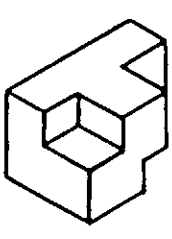
ข



ค



ง



จ

แบบทดสอบหมุนภาพ ฉบับที่ 5

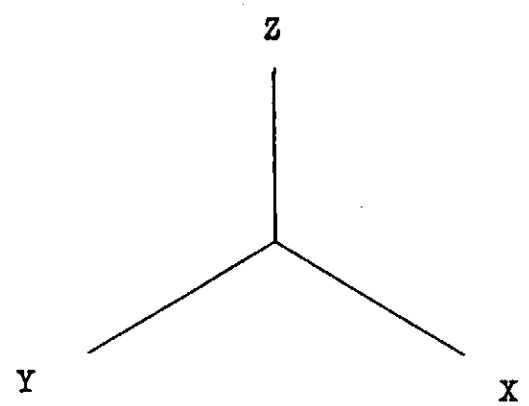
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดให้ขีดกากบาท (×) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

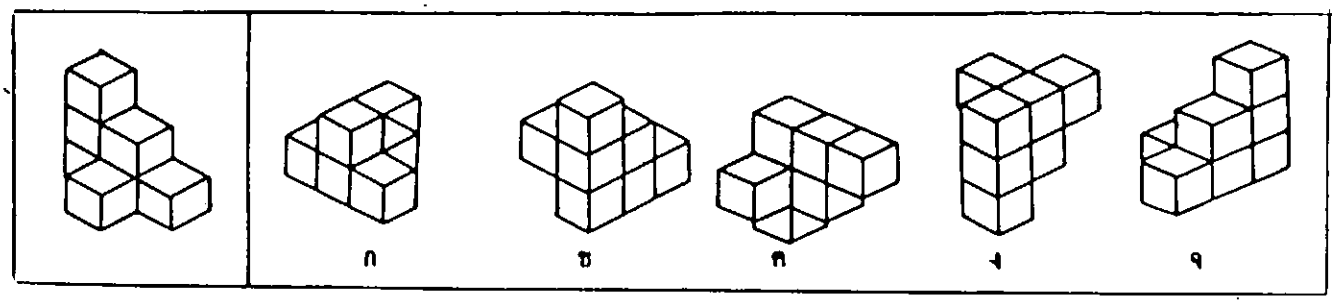
3. การตอบคำถามแต่ละข้อให้นักเรียนพิจารณาดูภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาดูว่าเมื่อหมุนภาพนี้ไปในทิศทางรอบแกน Y และจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา

4. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนดดังนี้



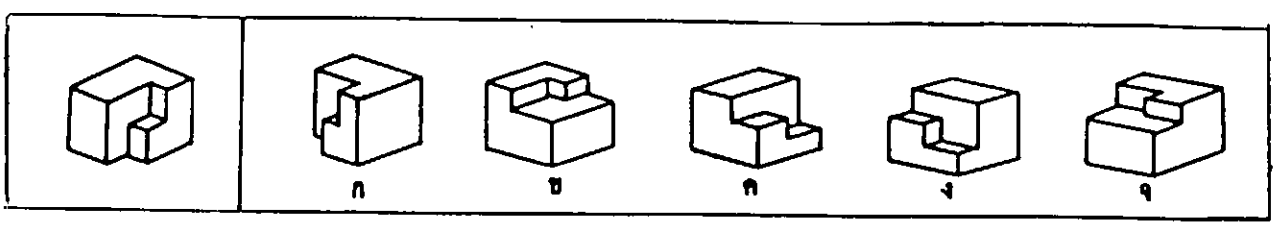
ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐)



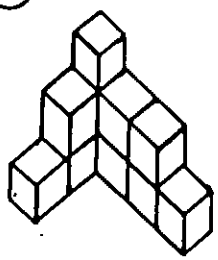
จากข้อ (๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ค

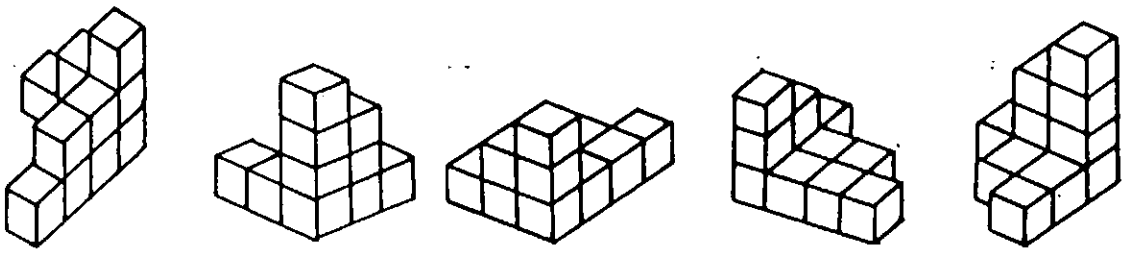
ข้อ (๐๐)



จากข้อ (๐๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ จ

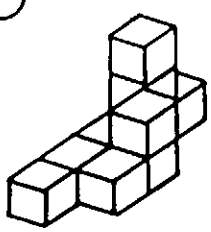
1

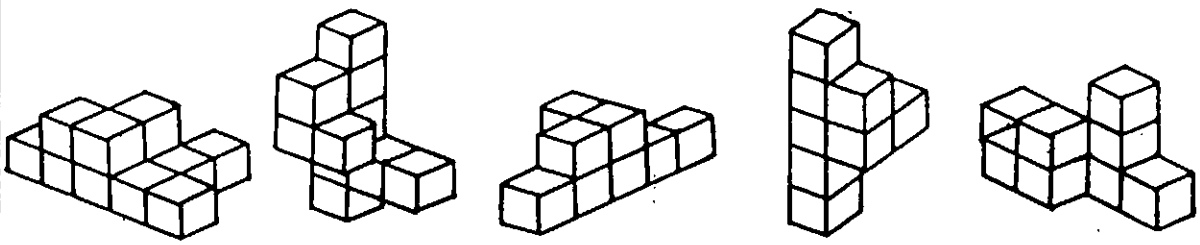




ก ข ค ง จ

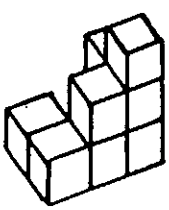
2

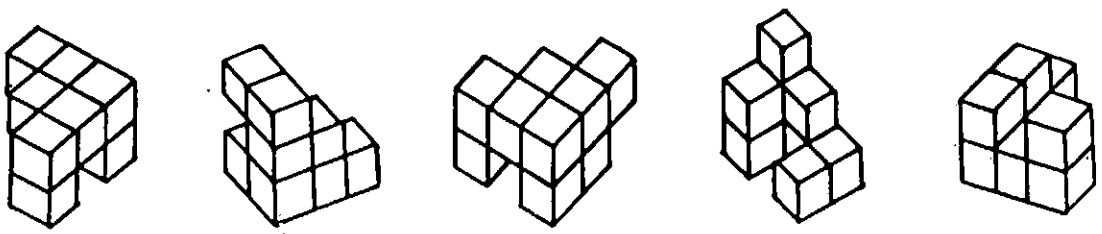




ก ข ค ง จ

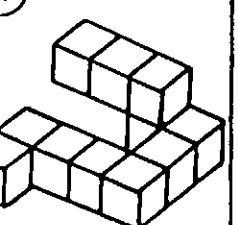
3

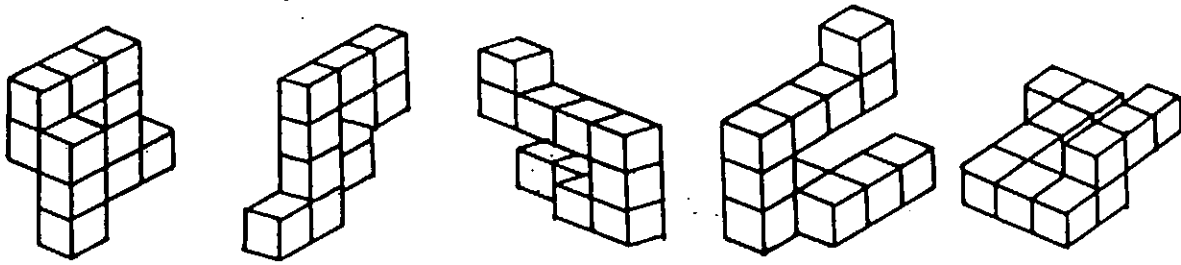




ก ข ค ง จ

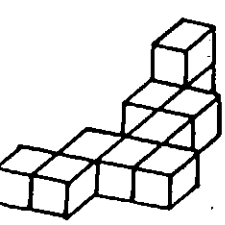
4

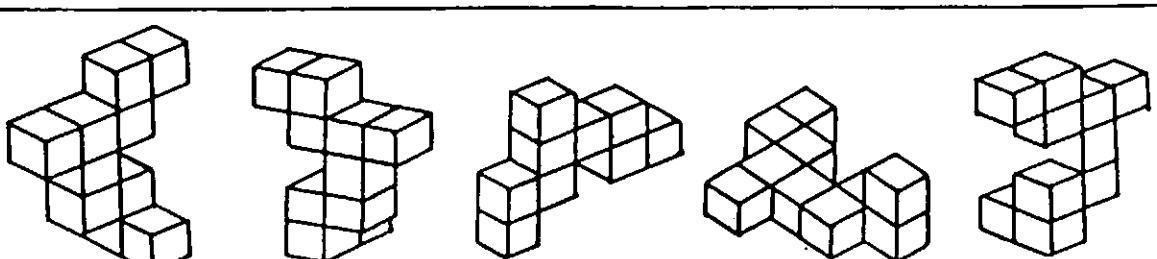




ก ข ค ง จ

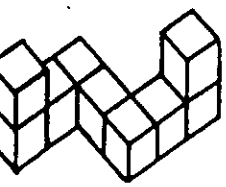
5

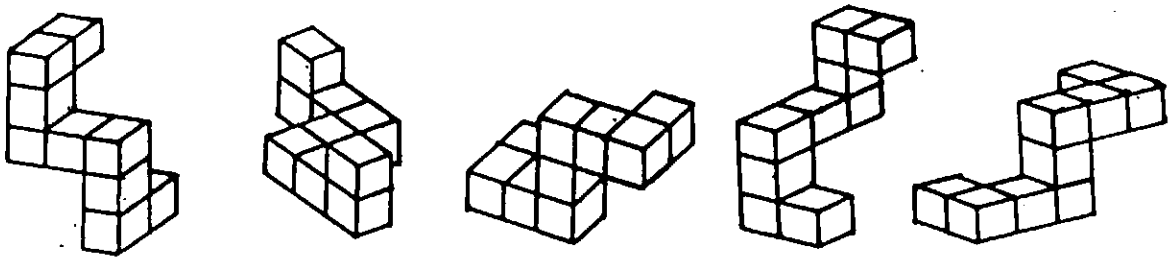




ก ข ค ง จ

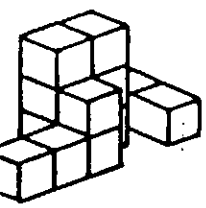
6

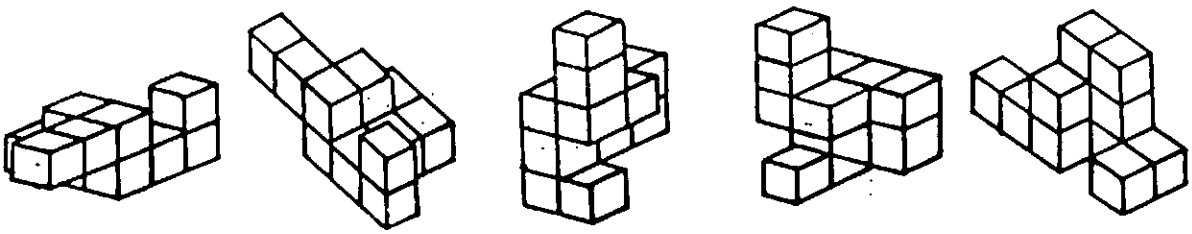




ก ข ค ง จ

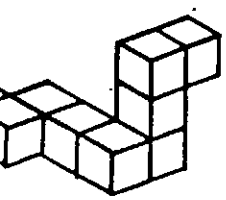
7

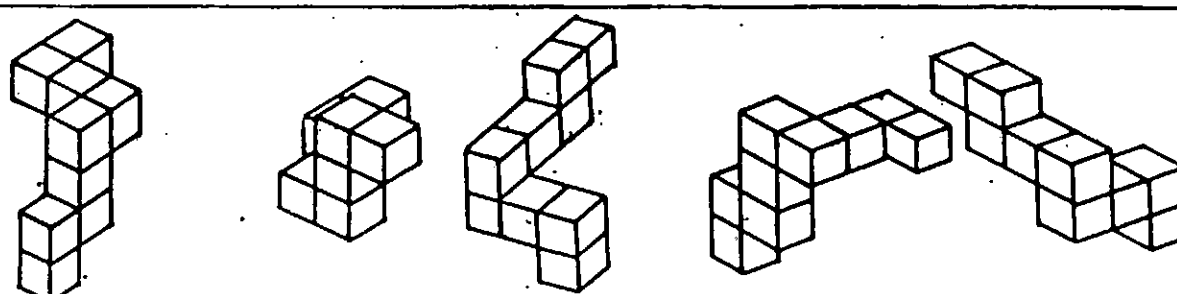




ก ข ค ง จ

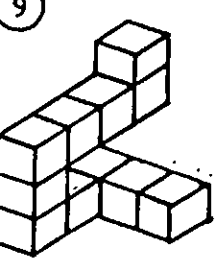
8

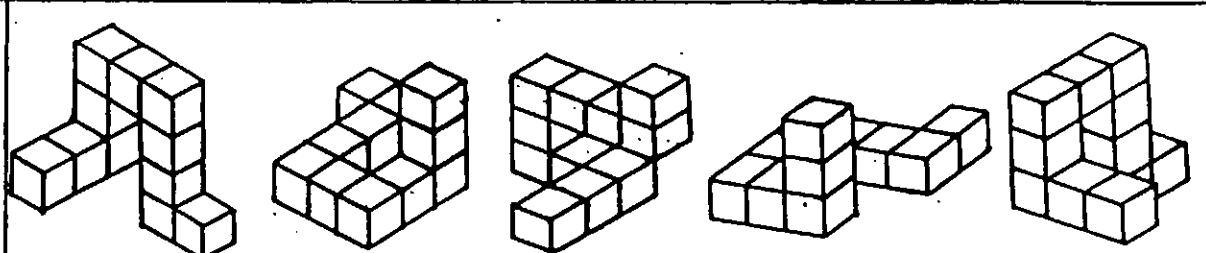




ก ข ค ง จ

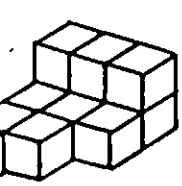
9

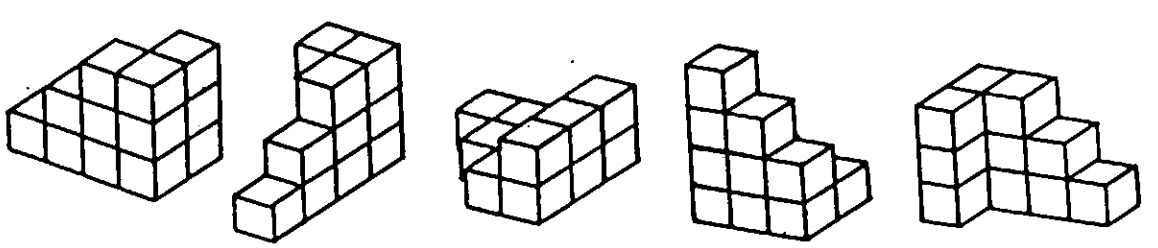




ก ข ค ง จ

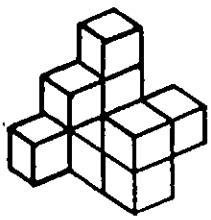
10

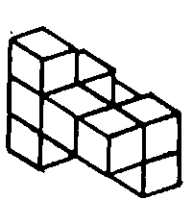




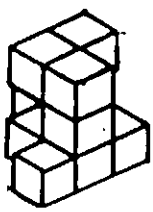
ก ข ค ง จ

11

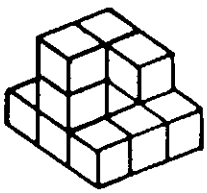




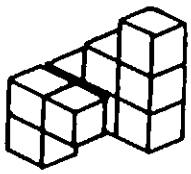
ก



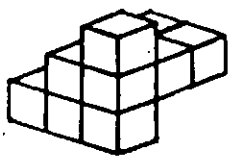
ข



ค

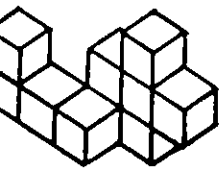


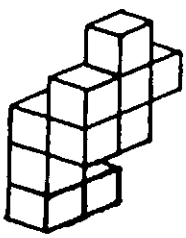
ง



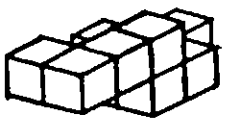
จ

12

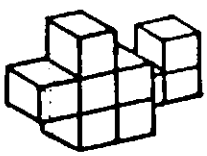




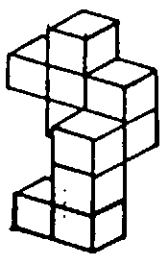
ก



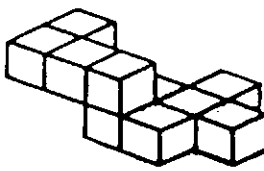
ข



ค

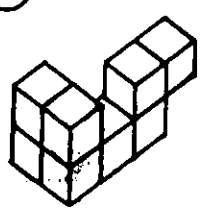


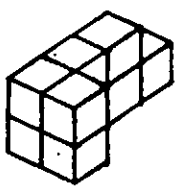
ง



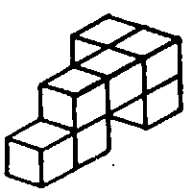
จ

13

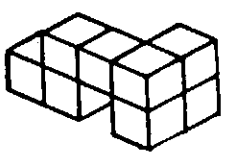




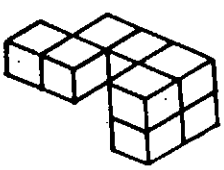
ก



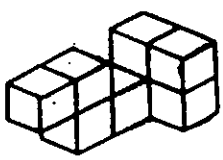
ข



ค

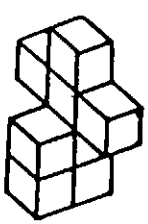


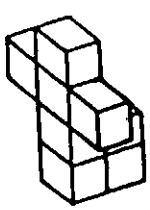
ง



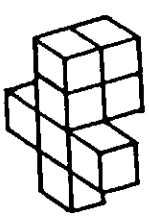
จ

14

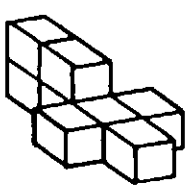




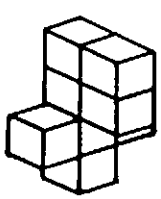
ก



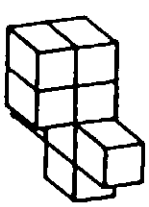
ข



ค

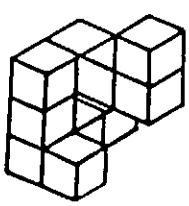


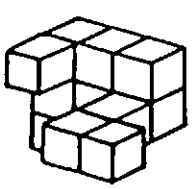
ง



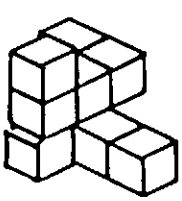
จ

15

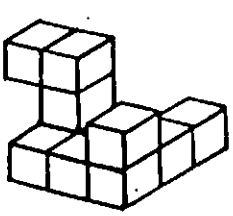




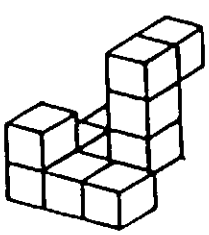
ก



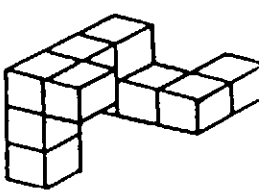
ข



ค

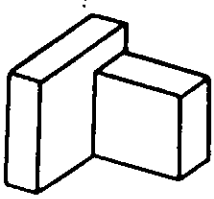


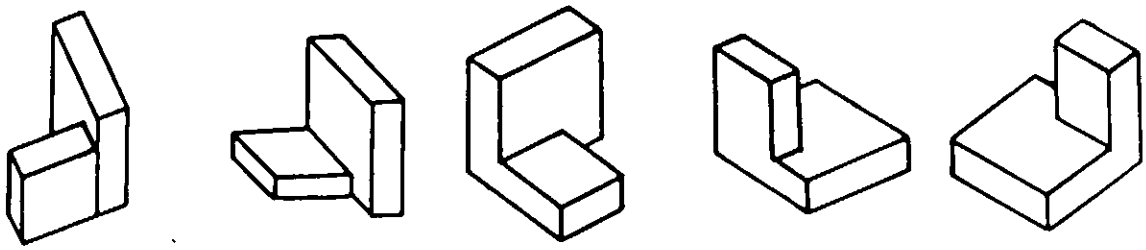
ง



จ

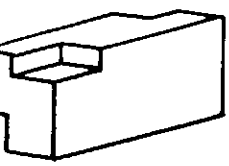
16

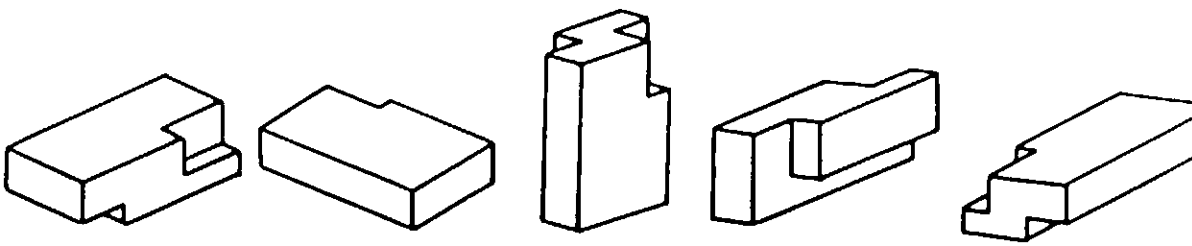




ก ข ค ง จ

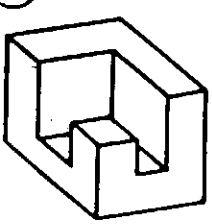
17

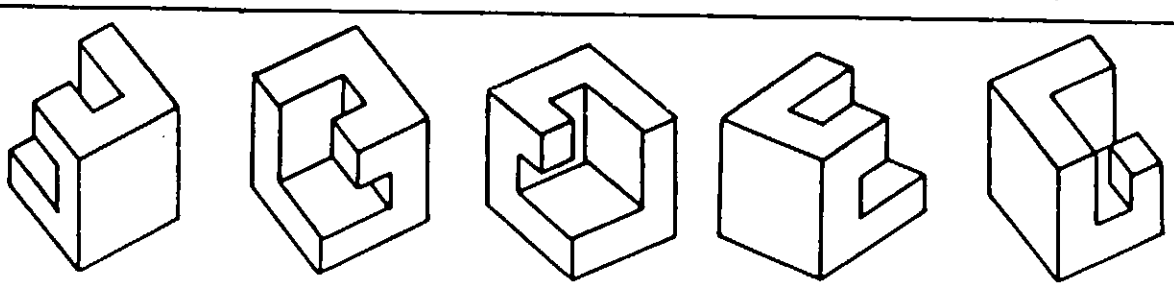




ก ข ค ง จ

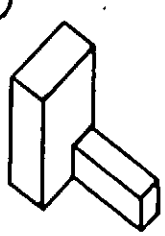
18

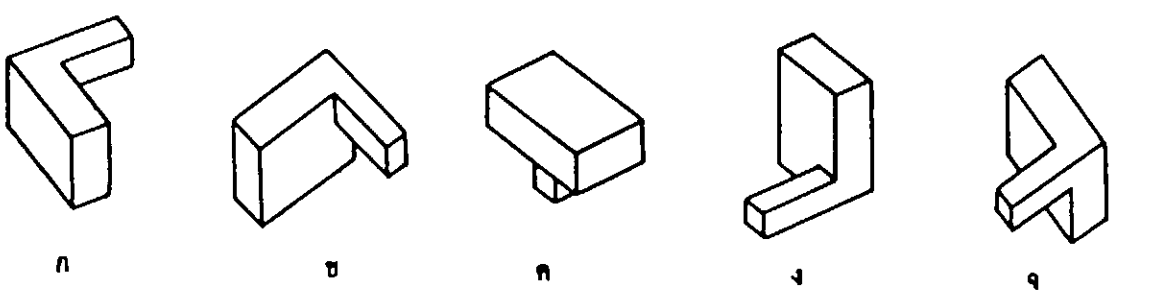




ก ข ค ง จ

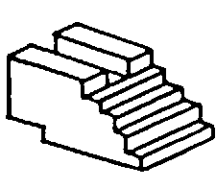
19

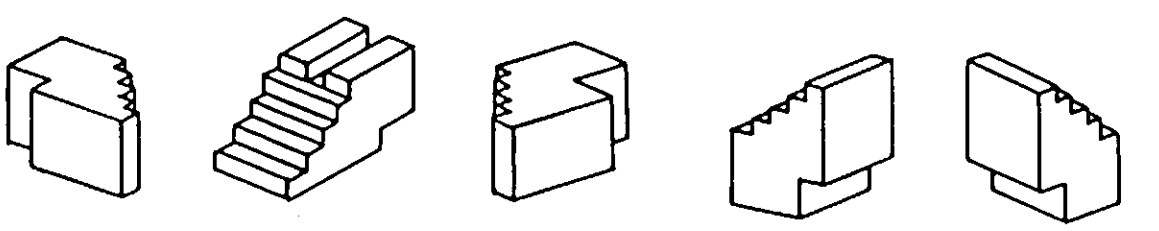




ก ข ค ง จ

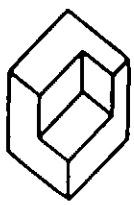
20

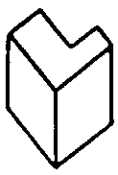




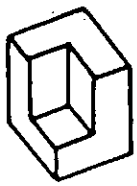
ก ข ค ง จ

21

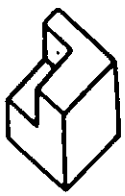




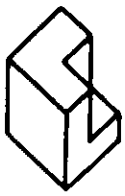
ก



ข



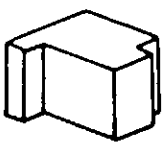
ค

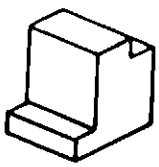


ง

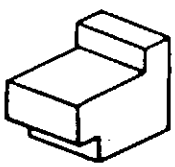
จ

22

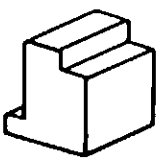




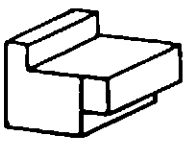
ก



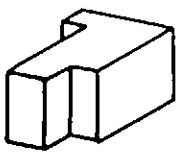
ข



ค

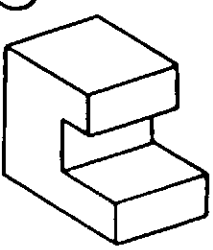


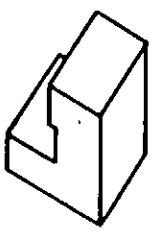
ง



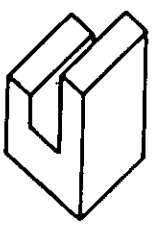
จ

23

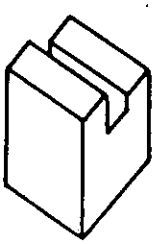




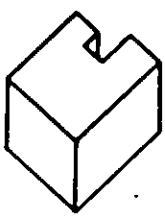
ก



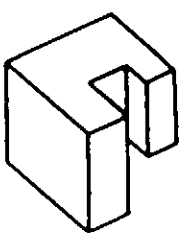
ข



ค

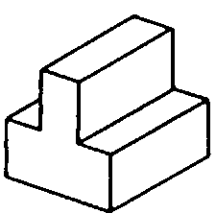


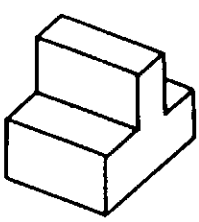
ง



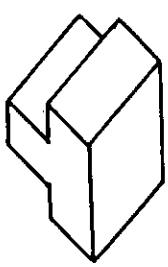
จ

24

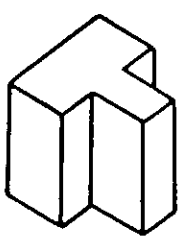




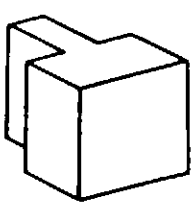
ก



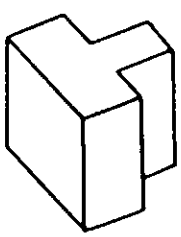
ข



ค

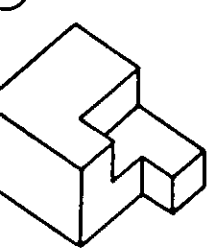


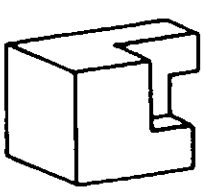
ง



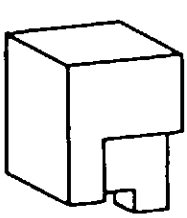
จ

25

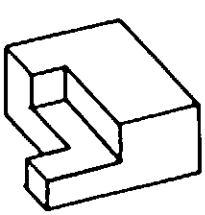




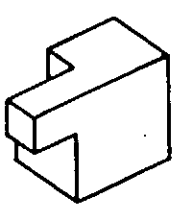
ก



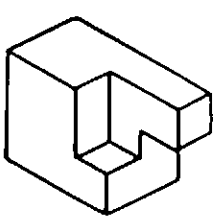
ข



ค

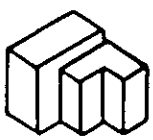


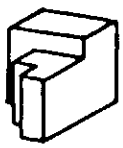
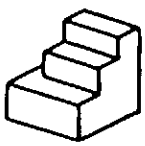
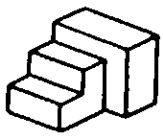
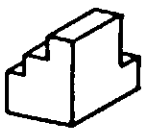
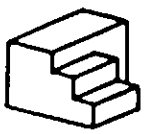
ง



จ

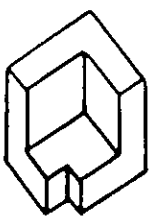
26

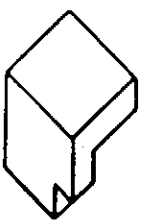
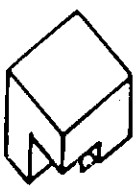
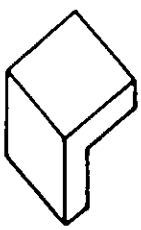
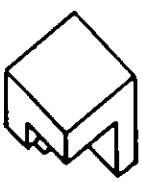
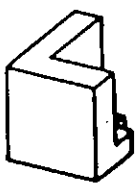


ก ข ค ง จ

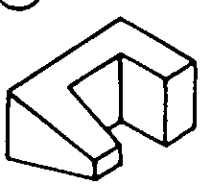
27

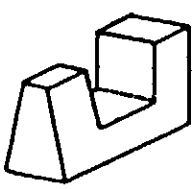
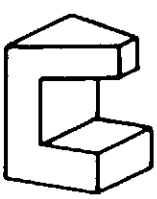
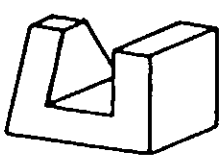
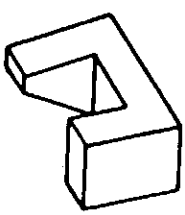
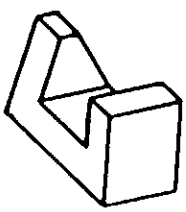


ก ข ค ง จ

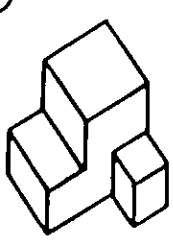
28

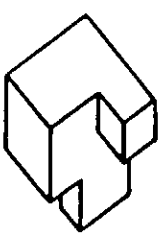
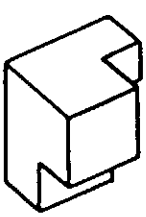
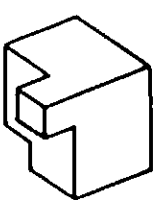
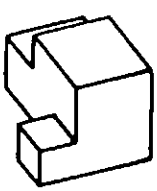
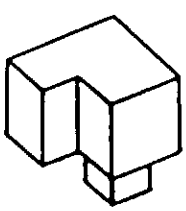


ก ข ค ง จ

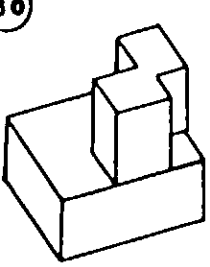
29

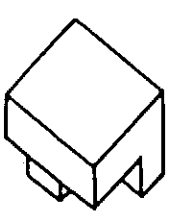
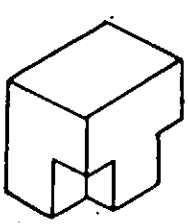
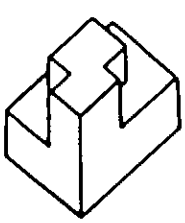
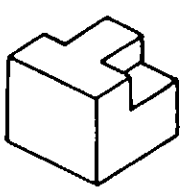
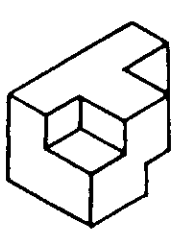


ก ข ค ง จ

30



ก ข ค ง จ

แบบทดสอบหมุนภาพ

ฉบับที่ 6

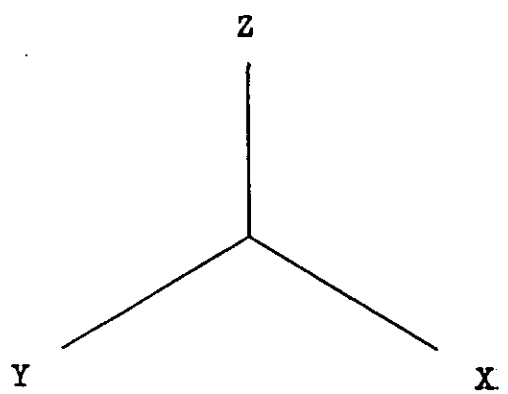
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดให้ขีดกากบาท (×) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

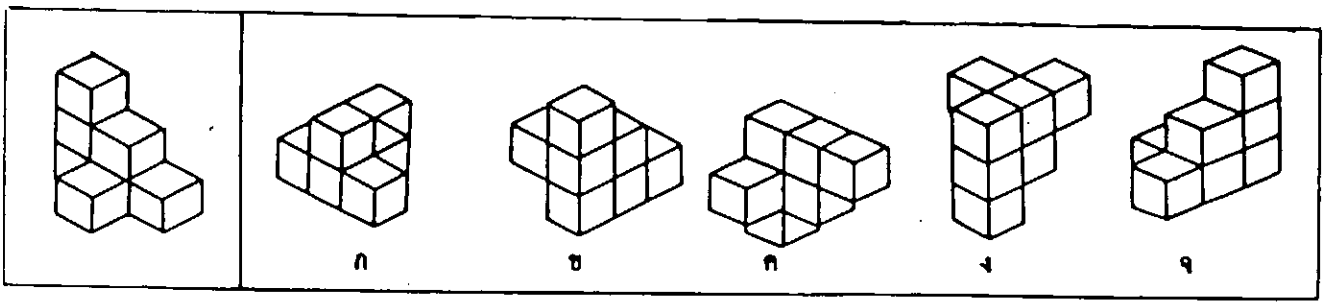
3. การตอบคำถามแต่ละข้อให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ แล้วพิจารณาดูว่าเมื่อหมุนภาพนี้ไปในทิศทางรอบแกน Z และจะมีลักษณะเหมือนภาพใดในตัวเลือกที่ให้มา

4. ในการตอบคำถามแต่ละข้อให้ยึดแกนตามรูปที่กำหนดดังนี้



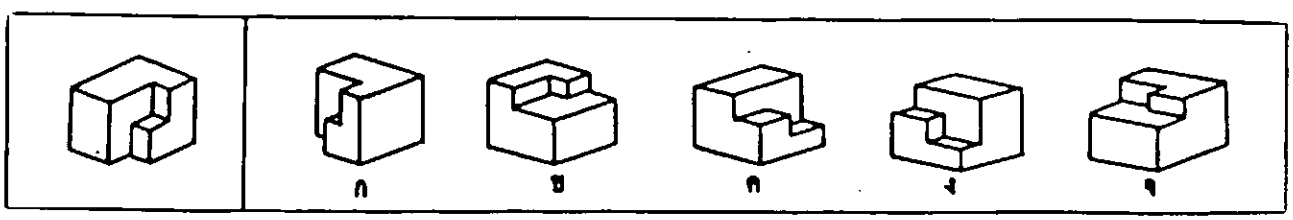
ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐)



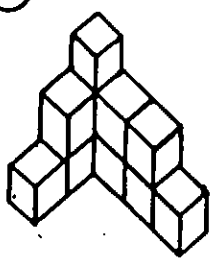
จากข้อ (๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ จ

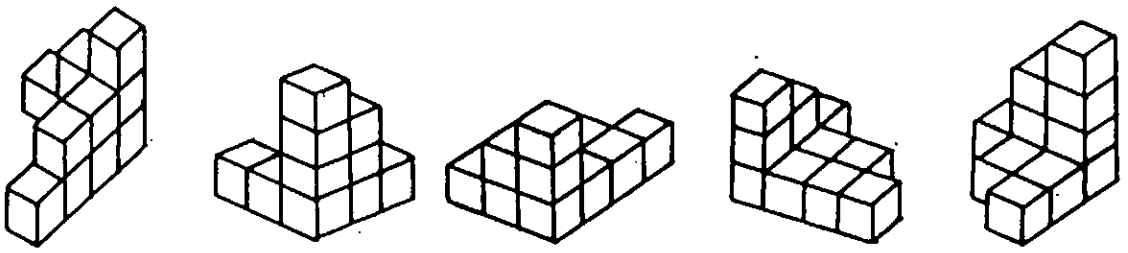
ข้อ (๐๐)



จากข้อ (๐๐) นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ก

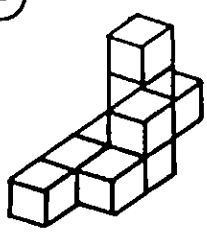
1

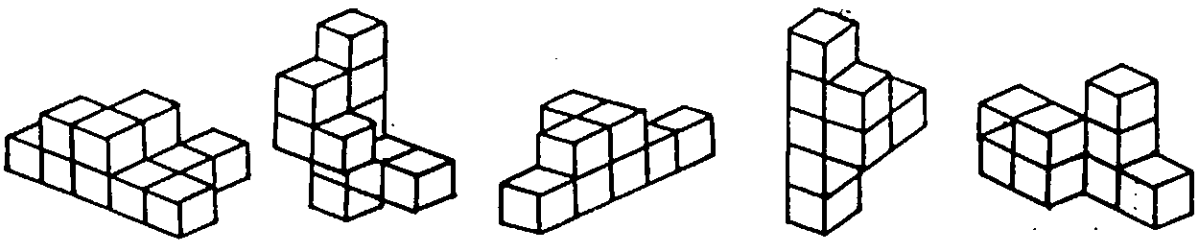




ก ข ค ง จ

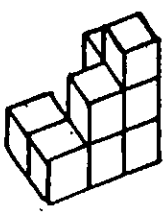
2

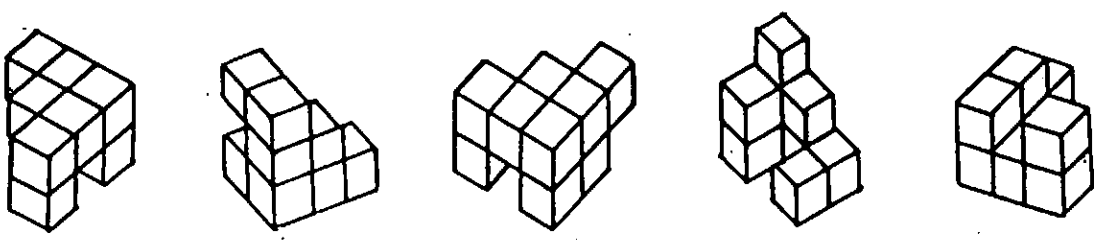




ก ข ค ง จ

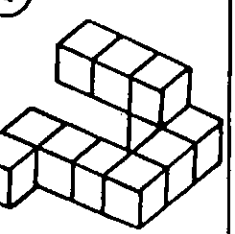
3

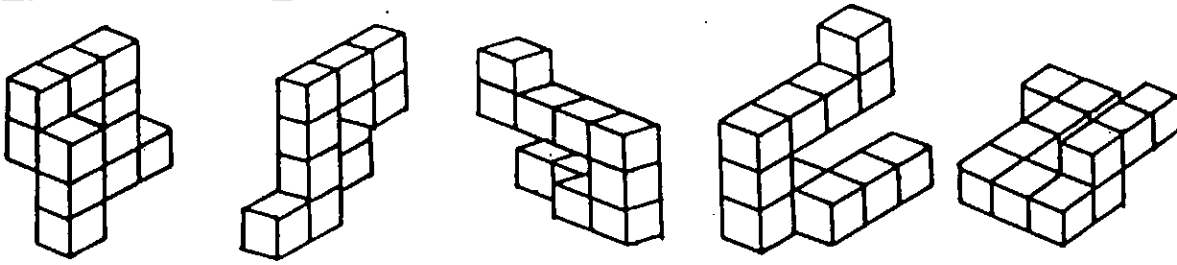




ก ข ค ง จ

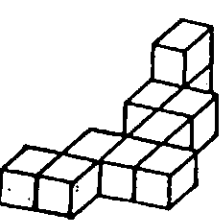
4

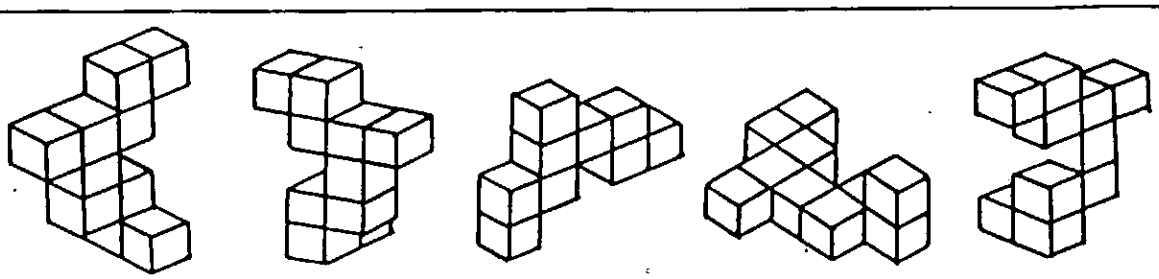




ก ข ค ง จ

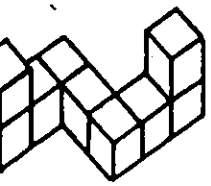
5

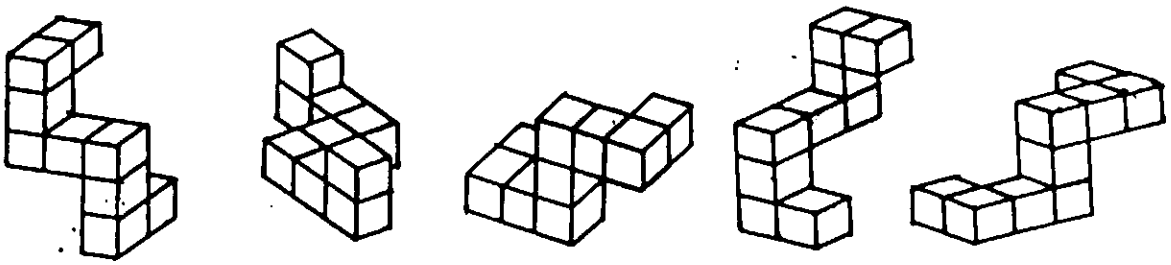




ก ข ค ง จ

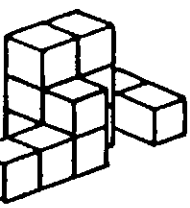
6

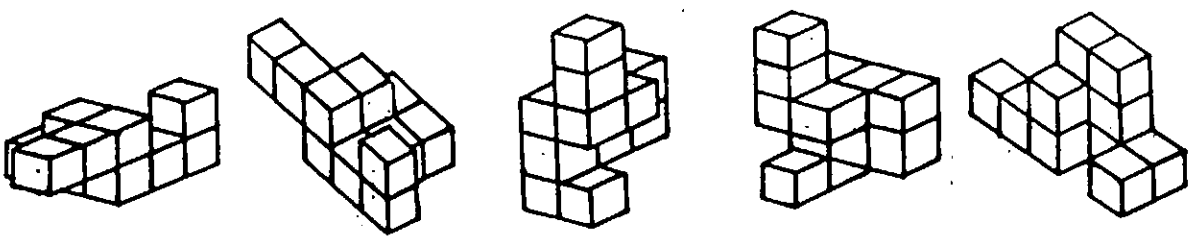




ก ข ค ง จ

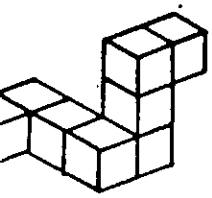
7

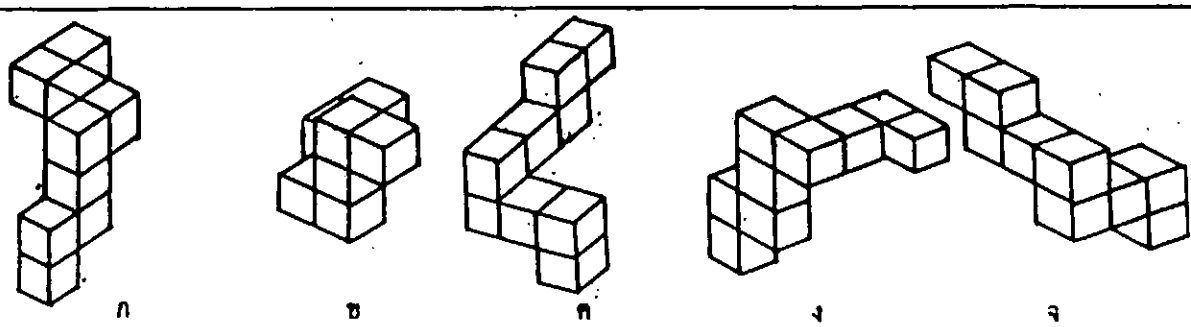




ก ข ค ง จ

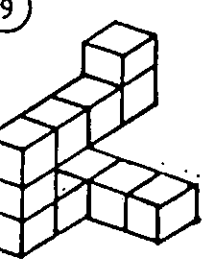
8

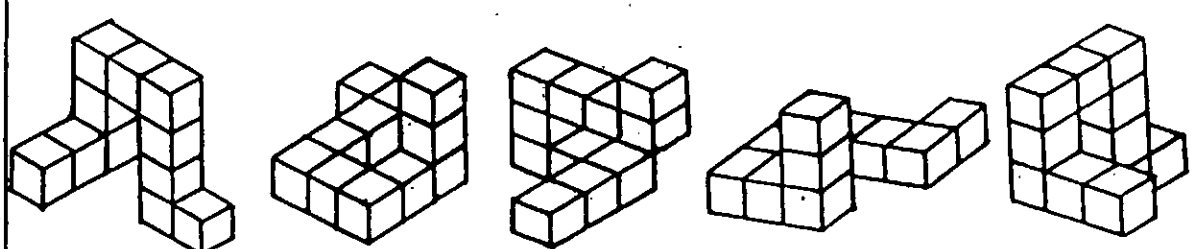




ก ข ค ง จ

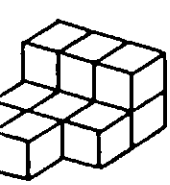
9

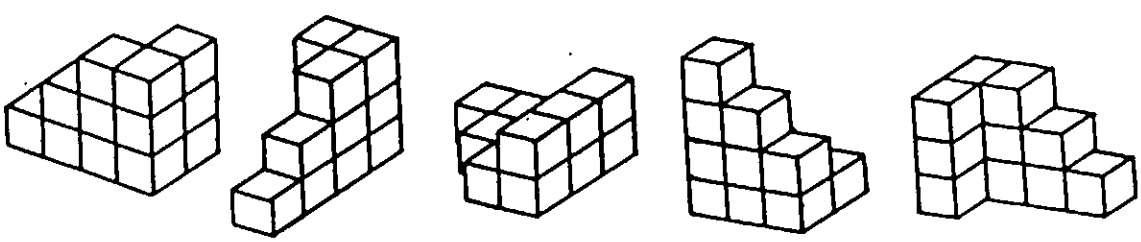




ก ข ค ง จ

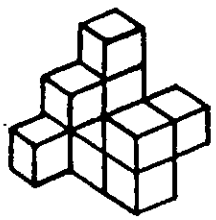
10

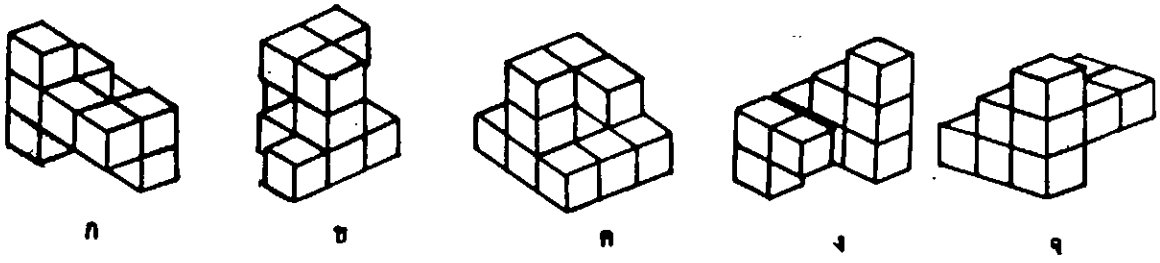




ก ข ค ง จ

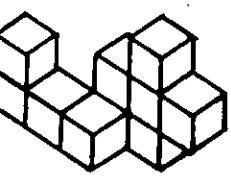
11

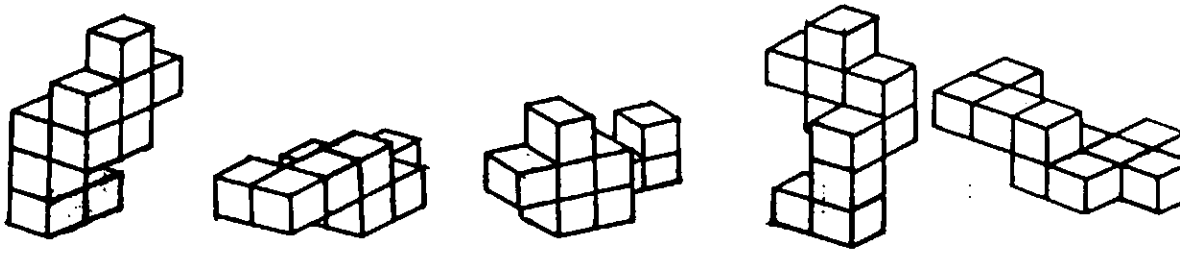




ก ข ค ง จ

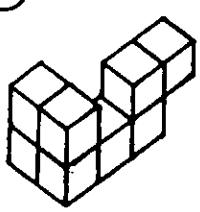
12

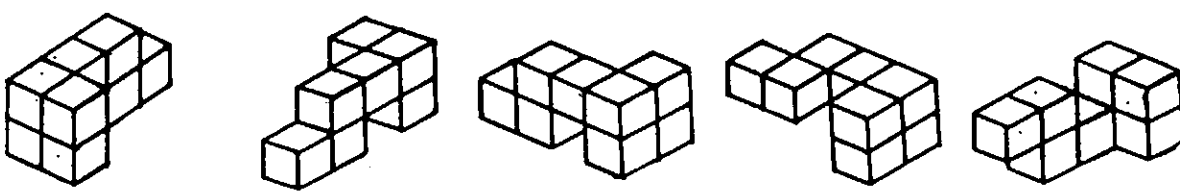




ก ข ค ง จ

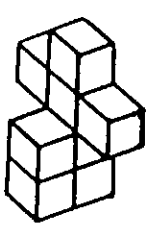
13

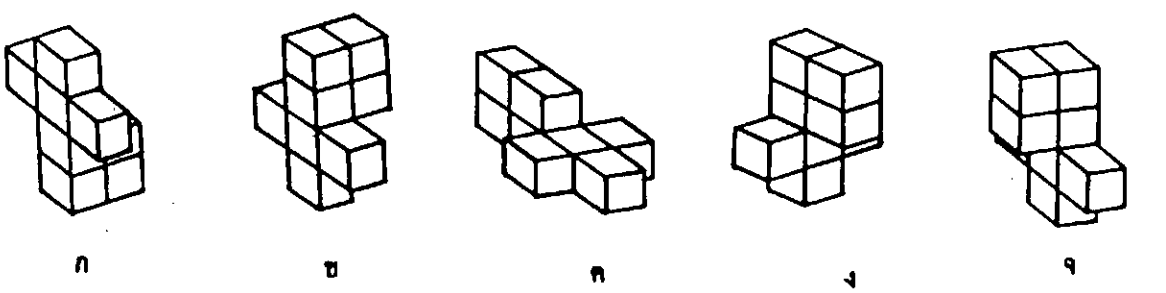




ก ข ค ง จ

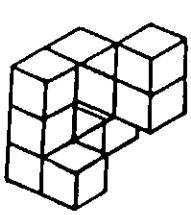
14

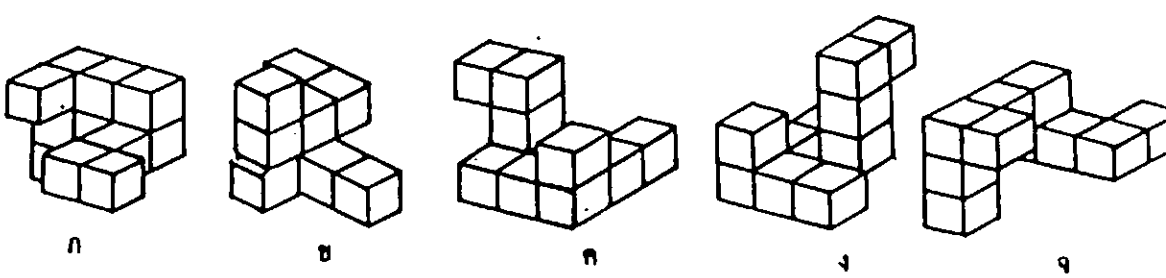




ก ข ค ง จ

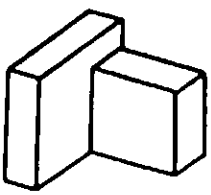
15

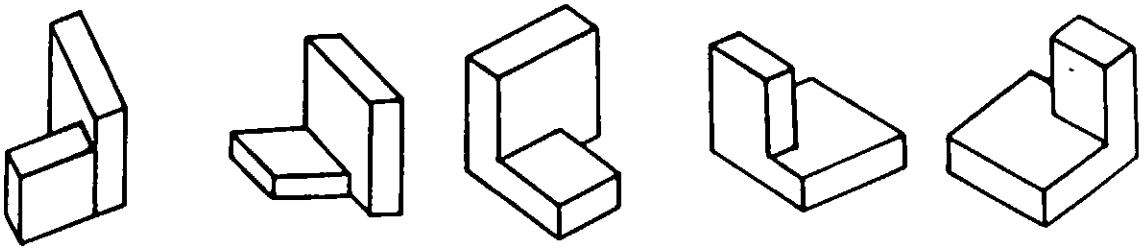




ก ข ค ง จ

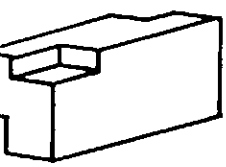
16

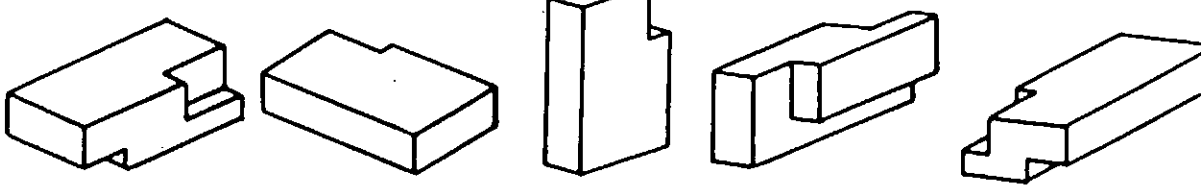




ก ข ค ง จ

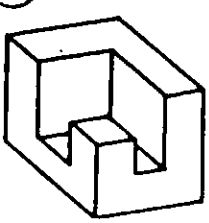
17

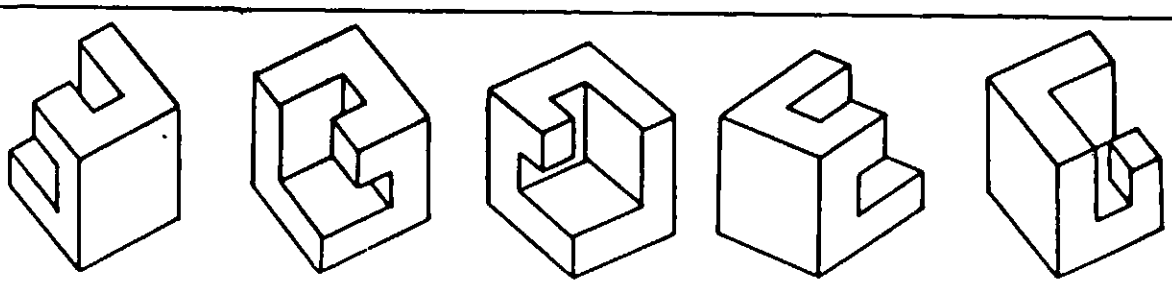




ก ข ค ง จ

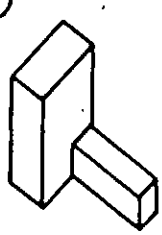
18

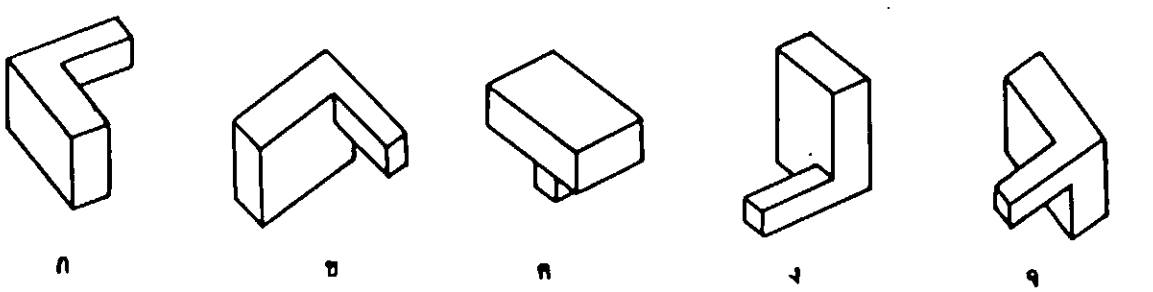




ก ข ค ง จ

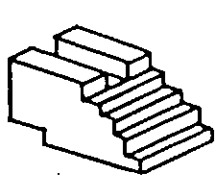
19

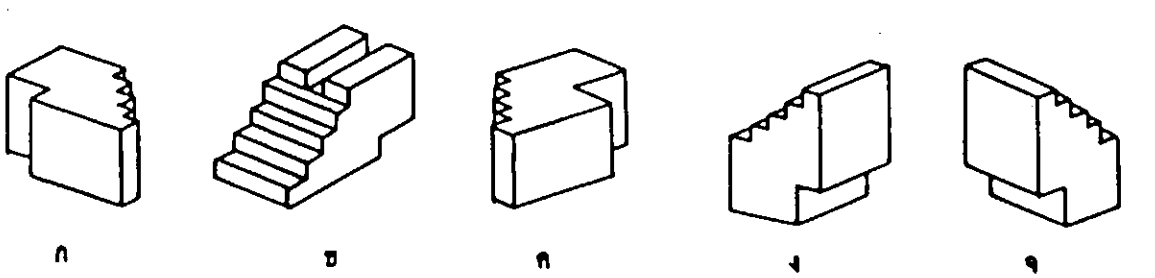




ก ข ค ง จ

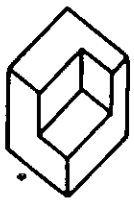
20



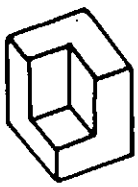


ก ข ค ง จ

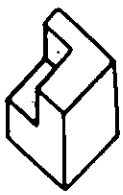
21



ก

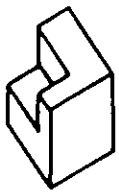


ข



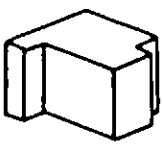
ค

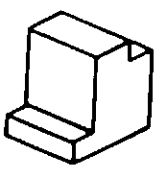
ง



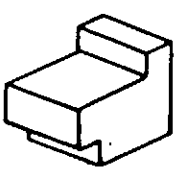
จ

22

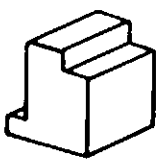




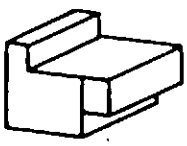
ก



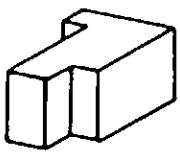
ข



ค

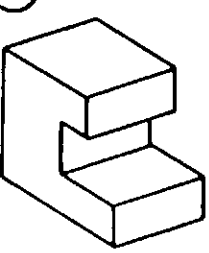


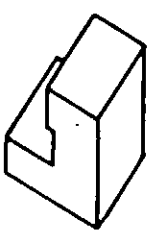
ง



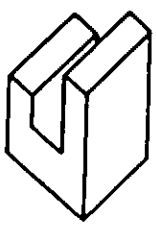
จ

23

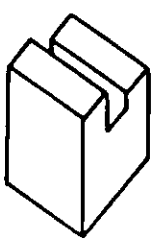




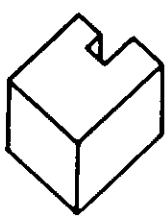
ก



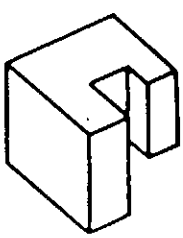
ข



ค

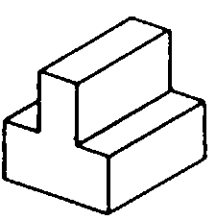


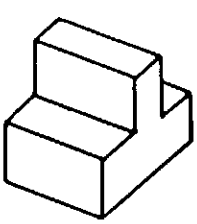
ง



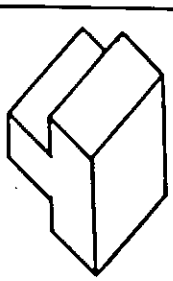
จ

24

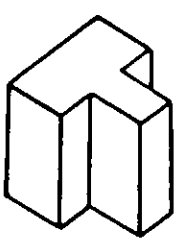




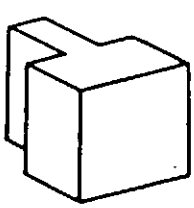
ก



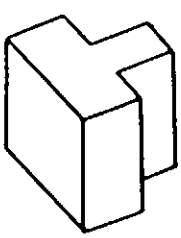
ข



ค

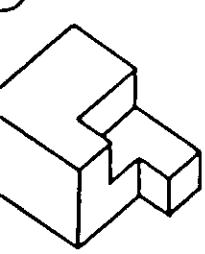


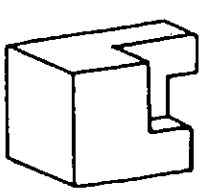
ง



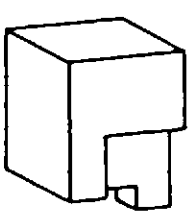
จ

25

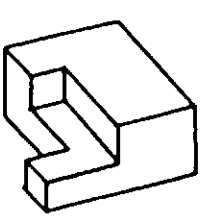




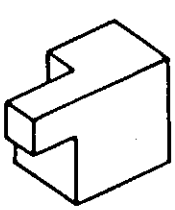
ก



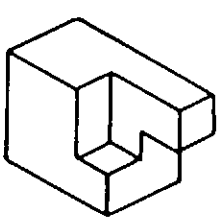
ข



ค

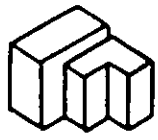


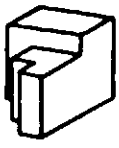
ง

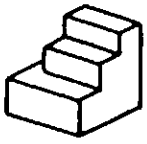


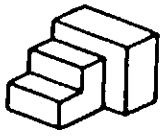
จ

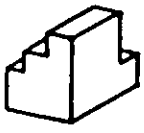
26

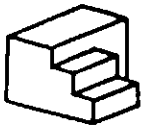



ก

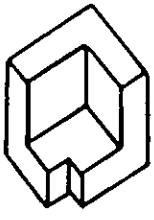

ข

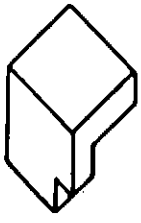

ค

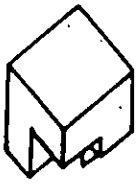

ง

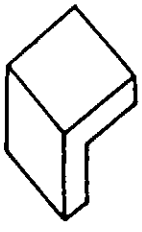

จ

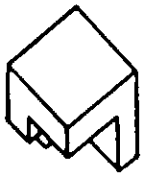
27

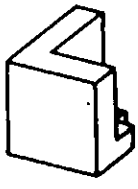



ก

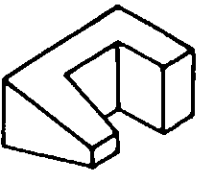

ข

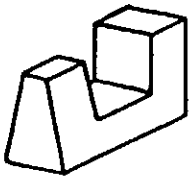

ค

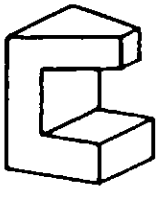

ง

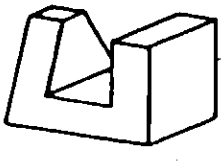

จ

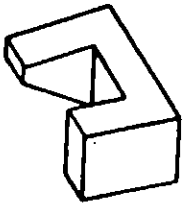
28

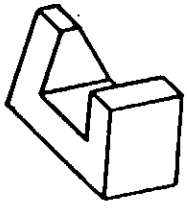



ก

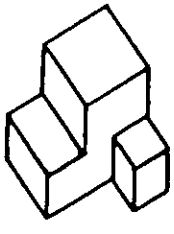

ข

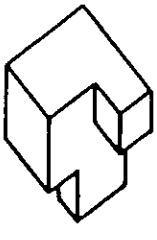

ค

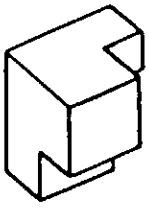

ง

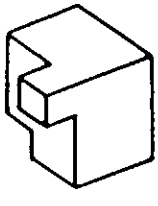

จ

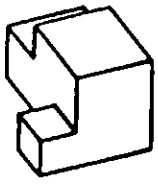
29

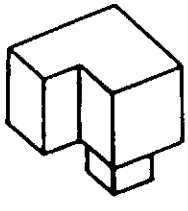



ก

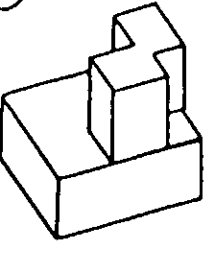

ข

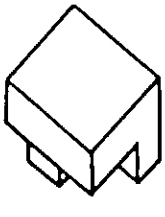

ค

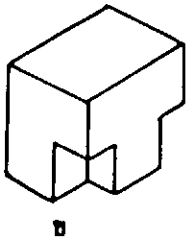

ง

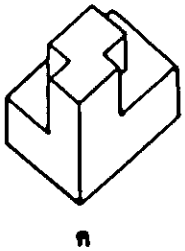

จ

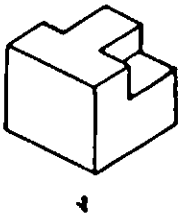
0

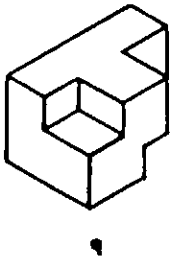



ก


ข


ค


ง


จ

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางวาสนา ชื่อสกุล ภูผาโรจนปกรณ์

เกิดวันที่ 30 เดือนมีนาคม	พุทธศักราช 2503
สถานที่เกิด	อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 17/26 หมู่ 8 ถนนพระราม 73
	ตำบลวังทองหลาง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10310
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน
	ตำบลแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2522 มัธยมศึกษาตอนปลาย (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนศึกษานารี

พ.ศ. 2526 กศ.บ. เกียรตินิยมอันดับ 2 (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา วิชาโทคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

พ.ศ. 2532 กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร