

371 26018

๗ ๒๔๑ ๗

๖ 3

การสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

ปริญญาโท

ของ

ขรรค์ชัย คงเสน่ห์

โรงเรียนบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

24 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2530

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177751

การสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อความ

บทคัดย่อ

ของ

ชรรค์ชัย คงเสน่ห์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2530

ทฤษฎีการตอบข้อคำถามมีจุดเด่นประการหนึ่งคือ สามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์การสอบที่ต้องการให้ผู้สอบรายกลุ่มหรือรายบุคคลได้รับแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของตน (TAILORED TESTING) การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนวิชาชีพสีกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนต่างระดับความสามารถ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 916 คน วิธีการศึกษาประกอบด้วย การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม ซึ่งวิเคราะห์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปโลจิส 5 คือค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และสัมประสิทธิ์การเดา (c) แล้วคัดเลือกข้อสอบมาจัดเป็นแบบทดสอบแยกกลุ่ม จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบหลัก 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ โดยในการจัดเรียงค่าความยากเป็นหลักแล้วปรับค่าอินฟอร์เมชันให้สูงสุดที่ค่าความสามารถต่าง ๆ การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบตามระดับความสามารถของนักเรียนเพื่อประมาณค่าความสามารถของนักเรียน 3 วิธีคือ วิธีที่ 1 คำนวณโดยโปรแกรมโลจิส 5 ( $\theta_1$ ) วิธีที่ 2 ใช้ค่าความยากสูงสุดของข้อที่ตอบถูก ( $\theta_2$ ) และวิธีที่ 3 ใช้ค่าความยากเฉลี่ยจากข้อที่นักเรียนตอบถูก ( $\theta_3$ ) หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถทั้งสามวิธี โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และสร้างมาตราเทียบความสามารถของนักเรียน

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบแยกกลุ่มมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.6194 ถึง 0.6812 มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ความสามารถ 0.2000 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -2.4533 ถึง 0.8765 มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ความสามารถ -0.7500 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.7906 ถึง 1.7110 มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ความสามารถ 1.3500 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 1.4614 ถึง 2.2523 มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ความสามารถ 2.0000 และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 1.9383 ถึง 2.9984 มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ความสามารถ 2.6500

๖

การประมาณค่าความสามารถ ค่าเฉลี่ยความสามารถนักเรียนจากฉบับที่ 4 สูงสุด ทั้ง 3 วิธี และจากการเปรียบเทียบระหว่างแบบทดสอบหลักแต่ละฉบับพบว่า นักเรียนที่ทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ยากกว่ามีระดับความสามารถสูงกว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ง่ายกว่า และพบว่า ค่าเฉลี่ยของข้อสอบที่ใช้ร่วมกัน มีค่าต่ำสำหรับกลุ่มที่ทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ง่ายกว่าด้วย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าความสามารถ พบว่า วิธีที่ 2 คือ การใช้ค่าความยากสูงสุดของข้อที่ตอบถูกกับวิธีที่ 3 คือ การใช้ค่าความยากเฉลี่ยของข้อที่ตอบถูก สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ วิธีที่ 1 คือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์ 5 จำนวนกับวิธีที่ 2 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 3 ฉบับ และวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียง 1 ฉบับ

A CONSTRUCTION OF TWO - STAGE TEST BY THE  
APPLICATION OF ITEM RESPONSE THEORY

AN ABSTRACT

BY

KANCHAI KONGSANAI

Presented in partial fulfilment of the requirement  
for the Master of Education degree  
at Srinakharinwirot University

February 1987

Item Response Theory has a prominent application for the so-called Tailored Testing in which the examinees receive the test items that fit to their abilities individually or in-group.

The purpose of this study was to construct a Two-Stage Test of movement and law of movement in Physics to assess the achievement of students with different level of abilities. In this study, a total 916 Matayom Suksa 4 students in academic year of 1986 from Secondary schools in Suratthani were selected to be the sample of the study. The phases of the test development consists of 2 testings. The first one was to estimate item parameters; item discriminations (a), item difficulty (b), and pseudo - guessing (c) by LOGIST 5 a computer programmed supplied by E.T.S. Then a routing test of 20 items and 4 main tests each of 30 items were composed by matching the level of item difficulties its' information functions. The second testing was administered to estimate the examinees' abilities by the application of 3 methods 1) LOGIST 5 ( $\theta_1$ ) 2) maximum item difficulty of the corrected answer ( $\theta_2$ ) and 3) average item difficulty of corrected answer ( $\theta_3$ ). Intercorrelations between three estimated thetas were computed. Table of conversion the raw-scores to thetas were then developed.


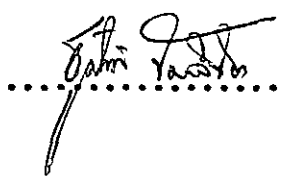
The results of the study show that the level of item difficulties of the routing test varied from -0.6194 to 0.6812 and its information function peakness in vicinity of 0.20 on ability scale ( $\theta$ ). For the 4 main tests, the level of item difficulties varied from -2.4533 to 0.8765, -0.7906 to 1.1710, 1.4614 to 2.2523, and 1.9383 to 2.9984.

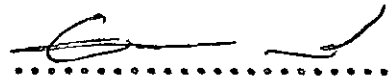
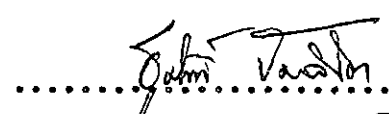

Its' peakness of the test information functions were at 0.7500, 1.3500, 2.0000, and 2.6500 respectively. The estimated abilities for all methods were consistence and also, the examinees who took the fourth main test (the hardest test) had the highest average estimated abilities. The results were also show the effectiveness of the routing test that is the means of anchor items (10 items) were lower for which the examinees who took an easier main test. Abilities estimated by  $\theta_2$  and by  $\theta_3$  were highly significant related in all main tests. However,  $\theta_1$  and  $\theta_2$  related at 01 level for 3 main tests and  $\theta_1$  vs  $\theta_3$  only for one main test. Table of conversion of raw scores to thetas were suggested for the used of test in the formative evaluation purpose.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์  
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
ของมหาวิทยาลัยกรีนกรีนทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

  
..... ประธาน  
  
..... กรรมการ

  
..... ประธาน  
  
..... กรรมการ  
  
..... กรรมการ

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และ  
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ และ ดร. ชูศักดิ์ ชัมภลสิทธิ์  
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ความคิด แก่ผู้วิจัยจนสามารถ  
ได้ทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ  
หัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ และคณะครู ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และขอขอบใจ  
นักเรียนทุกคนที่เต็มใจให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณ นักวัดผลรุ่นพี่ เพื่อนวัดผลรุ่น 20 ฝั่งวัดผลรุ่น 21 และ 22 ที่ให้กำลังใจ  
ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของบิดา - มารดา พี่ น้อง และเพื่อน ๆ  
ที่เป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์นี้

ชรรักษ์ชัย คงเสน่ห์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากทุนงบประมาณแผ่นดิน  
ซึ่งมอบให้แก่บัณฑิตในการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณยิ่ง

## สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ .....	1
	ภูมิหลัง .....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาชั้นคว่ำ .....	4
	ความสำคัญของการศึกษาชั้นคว่ำ .....	4
	ขอบเขตของการศึกษาชั้นคว่ำ .....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	8
	ความเป็นมาและหลักการของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม .....	8
	ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม .....	10
	พารามิเตอร์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม .....	10
	โมเดลในทฤษฎีการตอบข้อคำถาม .....	11
	คุณภาพของแบบทดสอบ .....	13
	แบบทดสอบสองชั้นตอนและการให้คะแนน .....	16
	ข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบสองชั้นตอน .....	21
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	22
3	วิธีดำเนินการศึกษาชั้นคว่ำ .....	30
	ประชากร .....	30
	กลุ่มตัวอย่าง .....	30
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาชั้นคว่ำ .....	32
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน .....	32
	ลักษณะของแบบทดสอบในการวิจัย .....	34
	การตรวจให้คะแนนและประมาณค่าความสามารถ .....	35

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	36
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ .....	36
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	38
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	38
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	39
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	39
ตอนที่ 1 การทดลองสอบครั้งที่ 1 .....	39
ตอนที่ 2 การทดลองสอบครั้งที่ 2 .....	62
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	73
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	73
กลุ่มตัวอย่าง .....	73
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....	73
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	73
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	74
อภิปรายผล .....	76
ข้อเสนอแนะ .....	79
บรรณานุกรม .....	81
ภาคผนวก .....	86

## บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ และในการวิจัย จำแนกตามโรงเรียน .....	31
2	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากการสอบครั้งที่ 1 .....	40
3	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบแยกกลุ่ม .....	49
4	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 .....	50
5	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 .....	51
6	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 .....	52
7	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 .....	53
8	ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบแยกกลุ่ม .....	56
9	ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 .....	57
10	ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 .....	58
11	ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 .....	59
12	ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 .....	60
13	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบสองขั้นตอน .....	63
14	ค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบที่เหมือนกัน 10 ข้อ ในแบบทดสอบหลัก แต่ละฉบับ .....	64
15	ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถนักเรียนจากการคำนวณ 3 วิธี .....	65
16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการเรียน ที่คำนวณโดย 3 วิธี ของแบบทดสอบ 4 ฉบับ .....	67
17	ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 .....	69
18	ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 .....	70

19	ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 .....	71
20	ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 .....	72

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	โคงอินฟอร์เมชันของข้อสอบ 5 ข้อ และโคงอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ .	15
2	แบบทดสอบสองขั้นตอนที่มีแบบทดสอบแยกกลุ่มที่มีความยากเฉลี่ยเท่า ๆ กัน	17
3	แบบทดสอบสองขั้นตอนที่มีแบบทดสอบแยกกลุ่มที่มีค่าความยากกระจาย ....	18
4	แบบทดสอบสองขั้นตอนที่มีแบบทดสอบแยกกลุ่ม 2 ครั้ง เพื่อให้การจัดแยก ผู้สอบได้ถูกต้องแน่นอนขึ้น .....	19
5	โคงลักษณะข้อสอบ .....	54
6	อินฟอร์เมชันของข้อสอบ .....	55
7	อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ .....	61

บทที่ 1

บทนำ

## ภูมิหลัง

กระบวนการศึกษาจะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ การกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียน การสอน และการทดสอบประเมินผล ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีความสำคัญและส่งผลไปสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ด้วย จากที่การทดสอบประเมินผลจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าการเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ หรืออาจบอกได้ว่าจุดมุ่งหมายนั้นเหมาะสมหรือไม่ ดังนั้นถ้าการทดสอบประเมินผลออกมาดี ก็จะได้ผลที่ถูกต้องแน่นอน แต่ถ้าการทดสอบประเมินผลคลาดเคลื่อนก็จะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในเรื่องอื่น ๆ ได้ด้วย การทดสอบและแบบทดสอบมีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียน การสอนในโรงเรียน ครูทุกคนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี ดังนั้นนักการศึกษา จึงได้พยายามคิดค้นปรับปรุงการทดสอบให้ก้าวหน้ามาเรื่อย ๆ อย่างเช่น ธอร์นไดค์ (Thorndike, 1961 : 27) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ ไว้ว่า ข้อสอบที่สร้างอย่างดีและนำมาใช้อย่างได้ผล สามารถเป็นแรงจูงใจในการที่จะสร้างนิสัยในการเรียนรู้ที่ดี แก้อัปเดตผลลาคให้ถูกต้อง และเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ได้ ในการทดสอบทุกครั้ง ผู้ทดสอบไม่ต้องการเพียงเพื่อให้รู้ผลคะแนนที่ผู้สอบทำ ได้เท่านั้นแต่ลึกไปกว่านั้น เขาต้องการรู้ด้วยว่าความสามารถจริง ๆ ของผู้สอบมีอยู่เท่าไร (สุธรรม จันทร์หอม 2526 : 45) ดังนั้นแบบทดสอบที่ใช้วัดจึงจำเป็นต้องมีคุณภาพที่ เชื่อถือได้ว่าจะคะแนนที่วัดได้นั้นเป็นคะแนนที่แท้จริงหรือมีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อยที่สุด และแบบทดสอบฉบับนั้นวัดได้ตรงตามความสามารถที่แท้จริงที่ต้องการวัด (อวยพร วิบูลย์กาญจน์ 2526 . 7)

ในการวัดผลทางการศึกษาและจิตวิทยา สิ่งที่เราต้องการจะวัดและตรวจสอบมัก เป็นคุณลักษณะ (Traits) ต่าง ๆ ที่เป็นคุณลักษณะที่ภายใน (Latent traits) ที่ ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เช่น ความสามารถในการอ่าน เลข ทักษะในการอ่านจับใจความ เป็นต้น ข้อสอบจะเป็นสิ่งเรอบางหนึ่งที่กระตุ้นใ้บุคคลแสดงพฤติกรรมภายนอกด้วยการตอบ

ข้อสอบเหล่านั้น แล้วก็พิจารณาว่าบุคคลนั้นทำข้อสอบได้ถูกต้องกี่ข้อ ได้กี่คะแนน ต่อจากนั้นก็จะอ้างอิง (infer) จากพฤติกรรมจำนวนข้อที่ทำถูกโยงไปหาความสามารถที่แท้จริงซึ่งเป็นคุณสมบัตินៃของผู้สอบ (สงบ ลักษณะ 2525 : 47)

ทฤษฎีวัดผลที่เคยใช้กันมาระยะหนึ่งที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน เป็นการประมาณค่าคะแนนจริง หรือความสามารถแท้โดยใช้คะแนนของกลุ่มผู้สอบเป็นสำคัญ ซึ่งถูกมองว่าเป็นทฤษฎีที่ไม่เพียงพอต่อการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริง และไม่สามารถแก้ปัญหาอีกหลายประการของการวัดผลในปัจจุบัน เช่น ทฤษฎีนี้ไม่สามารถทำนายได้ว่าบุคคลจะตอบข้อคำถามอย่างไร ยกเว้น เมื่อได้ใช้ข้อคำถามเหล่านั้นสอบบุคคลที่คล้ายคลึงกันมาก่อนแล้ว (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2528 . 13) ดังนั้นทฤษฎีที่น่าสนใจคือ ทฤษฎีที่ใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถแท้กับลักษณะการตอบข้อสอบ (Item Response) ของแต่ละบุคคลได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพสูง ทฤษฎีนี้คือ ทฤษฎีประมาณคุณลักษณะภายใน (Latent trait Theory) หรือทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item Response Theory) หรือทฤษฎีโค้งลักษณะข้อสอบ (Item characteristic curve Theory) (สงบ ลักษณะ 2525 : 47)

การจัดการสอบโดยทั่ว ๆ ไปแล้วผู้สอบทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบเหมือนกันหมด เพื่อจะได้นำผลจากการทดสอบมาเปรียบเทียบว่าใคร เป็นอย่างไร ซึ่งในลักษณะนี้แบบทดสอบแบบดั้งเดิมจะใช้ได้ผลเฉพาะในกรณีผู้สอบมีความสามารถในระดับกลาง ส่วนผู้สอบที่มีความสามารถสูงมากหรือต่ำมาก จะทำให้เราไม่สามารถแจกแจงความรู้ความสามารถของเขาได้ ดีพอ (Vale and Wiess. 1975 : 6) ในกรณีเช่นนี้ถ้าผู้สอบได้ตอบข้อสอบที่มีระดับความยากสูงกว่าระดับความสามารถของตนเองแล้ว ผู้สอบมีแนวโน้มจะตอบข้อสอบโดยการเดาสูงขึ้น และถ้าผู้สอบคนใดได้ตอบข้อสอบที่มีระดับความยากต่ำกว่าระดับความสามารถของตนเองแล้ว ข้อสอบนั้นจะไม่ช่วยให้ผู้สอบได้ใช้ความสามารถในระดับสูงสุด ซึ่งมีผลให้ความเชื่อมั่นของคะแนนผลการสอบจากผู้สอบทั้งสองกลุ่มต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (Wiess. 1974 : 1) ปัญหาสามารถแก้ไขได้อย่างเหมาะสม โดยการทดสอบแบบเทเลอร์ (Tailored Testing) ซึ่งเป็น การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถามได้อย่างตรงจุด (Ruder. 1983 : 951)

การทดสอบแบบเทเลอร์ (Tailored Testing) มีลักษณะที่สำคัญคือ การจัดข้อสอบที่มีค่าความยากให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของบุคคลที่ตอบข้อสอบ จากการศึกษาของเบทซ์และไวสส์ (Larkin and Weiss. 1975 : 1 Citing Betz and Weiss. 1973) พบว่า การทดสอบแบบเทเลอร์จะใช้ข้อสอบน้อยข้อกว่า การทดสอบแบบดั้งเดิม จึงใช้เวลาในการทำแบบทดสอบน้อยลง ในขณะที่ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงคงเดิม นอกจากนี้แล้วแบบทดสอบเทเลอร์ยังมีความเชื่อมั่นในการวัดสูงขึ้น ตลอดช่วงความสามารถของผู้สอบโดยเฉพาะสำหรับผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงหรือต่ำมาก ๆ (Spinete and Hambleton. 1977, Lord, cited in Anastasi 1976, Weiss and Betz. 1976) และช่วยสร้างสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา คือ ทำให้ผู้สอบมีระดับการจูงใจในการสอบสูงขึ้น (Betz and Weiss 1976)

การทดสอบแบบเทเลอร์มีรูปแบบในการสร้าง 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ รูปแบบสองขั้นตอน (Two - Stage Strategies) และรูปแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Strategies) แบบทดสอบสองขั้นตอน (Two - Stage Test) เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดของแบบทดสอบเทเลอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ขั้น คือ ขั้นแรกเป็นแบบทดสอบแยกกลุ่ม (Routing Test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ทุกคนจะต้องทำเหมือนกัน แบบทดสอบแยกกลุ่มนี้จะประกอบด้วยข้อสอบ (items) จำนวนไม่มากนัก ซึ่งคัดเลือกมาโดยยึดถือความยากของข้อสอบ ซึ่งจะมีหลายลักษณะ เช่น แบบที่มีค่าความยากกระจายจากง่ายสุดถึงยากสุด (rectangular) แบบที่มีค่าความยากเฉลี่ยเท่า ๆ กัน (Peaked) เป็นต้น ขั้นที่สอง เป็นแบบทดสอบวัดหรือแบบทดสอบหลัก (Measurement or Main Test) จะประกอบด้วยแบบทดสอบชุดย่อย ๆ 3 - 4 ชุด แต่ละชุดจะจัดโดยยึดถือค่าความยากเป็นหลัก ในการทำแบบทดสอบหลักนี้ จะจัดแยกผู้สอบโดยใช้คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแยกกลุ่ม ผู้ได้คะแนนต่ำไปทำชุดที่มีค่าความยากไปทางลบ และผู้ได้คะแนนสูงจะไปทำชุดที่มีค่าความยากไปทางบวก

เนื่องจากปัจจุบันนี้แบบทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเป็นแบบทดสอบที่นักเรียนทุกคนต้องทำเหมือนกันหมด ซึ่งเหมาะที่จะใช้วัดคนที่มีความสามารถระดับกลาง ๆ เท่านั้น ส่วนแบบทดสอบที่จัดให้ เหมาะกับความสามารถของนักเรียนชนิดสองชั้นตอน ยังไม่เคยมีการสร้างและนำไปใช้ โดยที่สภาพความจริงของนักเรียนในโรงเรียนจะมีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันจากสูงไปจนถึงต่ำ การใช้แบบทดสอบเทเลอร์ชนิดสองชั้นตอนจึงเหมาะสมทั้งผลที่ได้จากการสอบ คือการบอกความสามารถของผู้สอบ การแก้ไขข้อบกพร่อง และเหมาะสมในแง่ที่ครูในโรงเรียนสามารถสร้างและนำไปใช้ได้จริง ๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบบทความปฏิบัติการตอบข้อคำถาม เพื่อให้มีการพัฒนาการใช้แบบทดสอบในโรงเรียน และเป็นแนวทางในการสร้าง การศึกษาค้นคว้าสำหรับแบบทดสอบเทเลอร์ และการนำปฏิบัติการตอบข้อคำถามไปใช้ต่อไป

### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
2. เพื่อหาคคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
3. เพื่อสร้างมาตราคะแนนแทนความสามารถของนักเรียนที่ประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ จากแบบทดสอบสองชั้นตอน

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ได้แบบทดสอบสองชั้นตอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ที่มีคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวัดและประเมินผลต่อไป
3. ทำให้เป็นแนวทางในการนำปฏิบัติการตอบข้อคำถามมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 22 ห้องเรียน นักเรียน 916 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 22 ห้องเรียน นักเรียน 916 คน โดยใช้จำนวนประชากรทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงสุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้ทดสอบหาค่าพารามิเตอร์จำนวน 17 ห้องเรียน นักเรียน 717 คน หลังจากได้แบบทดสอบสองขั้นตอนแล้วนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีก 18 ห้องเรียน นักเรียน 743 คน เพื่อประเมินค่าความสามารถของนักเรียน

### คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบสองขั้นตอน (Two - Stage Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างโดยทำการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม และจัดเรียงข้อคำถามโดยยึดค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นหลัก ลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ขั้นคือ

1.1 แบบทดสอบแยกกลุ่ม (Routing Test) เป็นแบบทดสอบขั้นแรกที่มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง  $-0.5000$  ถึง  $0.5000$  นักเรียนทุกคนทำเหมือนกัน แล้วจะแยกนักเรียนไปทำแบบทดสอบขั้นที่สอง โดยยึดจำนวนข้อที่นักเรียนทำได้เป็นเกณฑ์ในการแยก

1.2 แบบทดสอบหลักหรือแบบทดสอบวัด (Main or Measurement Test) เป็นแบบทดสอบขั้นที่สอง มีจำนวน 4 ชุด ๆ ละ 30 ข้อ ชุดที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่  $-2.0000$  ถึง  $-1.0000$  สำหรับผู้ที่สอบแบบทดสอบแยกกลุ่มได้จำนวน 0 ถึง 7 ข้อ ชุดที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่  $-0.4000$  ถึง  $0.1000$  สำหรับผู้ที่สอบแบบทดสอบแยกกลุ่มได้ถูก

8 - 11 ข้อ ชุดที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.1000 ถึง 1.0000 สำหรับผู้ที่ตอบแบบทดสอบแยกกลุ่มไว้ได้ถูก 12 - 15 ข้อ และชุดที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.7000 ถึง 2.0000 สำหรับผู้ที่ตอบแบบทดสอบแยกกลุ่มไว้ได้ถูก 16 - 20 ข้อ

2. แบบทดสอบที่มีมิติเดียว (Unidimension Test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียว หรือมีความเป็นเอกพันธ์กัน ในการศึกษาครั้งนี้สร้างจากเนื้อหาเดียวกัน

3. ความยากข้อคำถาม (Item Difficulty) หมายถึง ค่าความสามารถตรงจุดเปลี่ยนโค้งคุณลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ (Item Characteristic Curve) ซึ่งเป็นระดับความสามารถที่จะตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้องด้วยค่าความน่าจะเป็น .50 เมื่อไม่มีการเดา (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2528 : 16) การวิจัยครั้งนี้หาโดยทฤษฎีการตอบข้อคำถามที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์ (LOGIST)

4. อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discriminating Power) หมายถึง ค่าที่เป็นสัดส่วนกับความชันของโค้งหรือความชันของความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีระดับความสามารถ ๑ จะตอบข้อสอบนั้นถูก ณ จุดเปลี่ยนโค้ง (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2528 : 16) การวิจัยครั้งนี้ หาโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถามที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์

5. ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Function) หมายถึง ค่าที่เป็นสัดส่วนกับกำลังสองของความยาวของช่วงแห่งความเชื่อมั่นแอสิมโทติก (Asymptotic confidence interval) สำหรับการประมาณความสามารถของผู้สอบจากคะแนนการตอบของเขา (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2528 : 92)

6. ความสามารถทางการเขียน (๐) หมายถึง ค่าประมาณระดับความสามารถของนักเรียนที่ได้จากการนำผลการตอบ แบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนไปประมาณค่าตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามซึ่งมี 3 วิธีคือ

6.1 หาโดยการใส่โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์ (๐, )

- 6.2 หาโดยใช้ความยาว ( $b_9$ ) ของข้อสอบที่ยากที่สุดที่นักเรียน  
ตอบถูก ( $\theta_2$ )
- 6.3 หาโดยใช้ค่าความยากเฉลี่ยของทุกข้อที่นักเรียนตอบถูก ( $\theta_3$ )

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ความเป็นมาและหลักการของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
  - 1.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
  - 1.2 พารามิเตอร์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
  - 1.3 โมเดลในทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
2. คุณภาพของแบบทดสอบ
3. แบบทดสอบสองชั้นตอนและการให้คะแนน
4. ข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบสองชั้นตอน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาและหลักการของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

วิธีการทดสอบที่อาศัยทฤษฎีคลาสสิกที่เคยใช้กันอยู่ (classical test theory) มีจุดอ่อนอยู่หลายประการคือ ประการแรก ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มของผู้สอบที่แตกต่างกันในด้านความสามารถ (ability) ประการที่สอง การเปรียบเทียบความสามารถของผู้สอบจำกัดอยู่ในสถานการณ์ที่ทดสอบ และประการที่สาม จะไม่สามารถบอกได้ว่าผู้สอบคนหนึ่งจะทำข้อสอบได้เพียงใด เมื่อได้เผชิญกับข้อคำถามหนึ่ง ยกเว้นเมื่อได้มีการใช้ข้อสอบนั้นแล้วกับกลุ่มผู้สอบที่คล้ายคลึงกันกับบุคคลนั้นนอกจากจุดอ่อนนี้แล้ว ยังมีปัญหาอื่น ๆ อีกหลายอย่าง เช่น การออกแบบแบบทดสอบ (test design) การเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบ (test score equating) และการลำเอียงของข้อคำถาม (item bias) จึงทำให้นักทดสอบจิตวิทยา (psychometricians) ได้สำรวจและพัฒนาทฤษฎีที่เหมาะสม จึงทำให้มุ่งไปที่ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item response theory) หรือทฤษฎีคุณลักษณะภายใน (Latent trait theory) หรือทฤษฎีโครงสร้าง-

ข้อสอบ (Item characteristic theory) โดยทฤษฎีนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า  
ความสามารถของบุคคลกำหนดการทำข้อสอบที่วัดความสามารถนั้นอย่างไร (ผจงจิต อินทสุวรรณ  
2525 : 53 - 54)

ผู้ที่เริ่มแนะนำเรื่องทฤษฎีคุณลักษณะภายในอย่างจริงจังคือ ลอร์ด (Frederick  
M. Lord) เมื่อประมาณ 35 ปีมาแล้ว แต่ในช่วง 20 ปีแรก การพัฒนาในเรื่องนี้ช้ามาก  
เพราะความสัมพันธ์ซับซ้อนทางคณิตศาสตร์และการขาดแคลนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์  
ข้อมูล ต่อมาจึงได้รับความสนใจและพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ เช่น การแก้ไขของราสช  
(Rasch) การศึกษาของเบิร์นบอม (Birnbaum) ซึ่งได้เสนอรูปแบบและพัฒนาโมเดล  
ที่ทำให้เป็นที่นิยมกันมากขึ้น ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์ในลักษณะที่กีดพารามิเตอร์ตัวเดียวจนถึง  
พารามิเตอร์ 3 ตัว

หลักการสำคัญของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

ผจงจิต อินทสุวรรณ (ผจงจิต อินทสุวรรณ 2525 : 55) กล่าวว่า  
ทฤษฎีคุณลักษณะภายใน (latent trait) เริ่มด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงว่า  
การตอบข้อสอบของผู้สอบขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของเขาอย่างไร ความสัมพันธ์ที่แน่นอน  
ได้ช่วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเรียกว่า ฟังก์ชันของลักษณะข้อคำถาม (Item  
Characteristic Function) หรือเรียกว่า โกวงของลักษณะข้อคำถาม (Item  
Characteristic Curve, ICC) ส่วน ส่งบ ลักษณะ (ส่งบ ลักษณะ 2525 : 49)  
ได้กล่าวถึงทฤษฎีการตอบคำถามว่ามีความสำคัญคือ มุ่งหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถ  
ที่แท้จริงกับการตอบข้อสอบ ซึ่งความสามารถที่แท้จริง คือ คุณลักษณะที่วัดได้ด้วยแบบทดสอบ  
เช่น ความรู้ความเข้าใจ ทักษะในด้านต่าง ๆ ส่วนการตอบข้อสอบหมายถึง ข้อสอบที่ให้คะแนน  
แบบตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน และถ้าคำตอบของ สำเร็จ บุญเรืองรัตน์  
(สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2525 : 2) ที่ว่า ใจความสำคัญของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม คือ  
ผลการสอบของผู้สอบ จากแบบสอบใด ๆ นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบ หรือคะแนน  
ของผู้สอบจากแบบทดสอบใด ๆ นั้นสามารถพยากรณ์ หรืออธิบายได้จากความสามารถของ  
คน ๆ นั้น

ซึ่งจะเห็นได้ว่า ใจความสำคัญของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม คือ การใช้ผลการตอบแบบทดสอบมาอธิบายถึงความสามารถของผู้สอบ และ ส่งบ ลักษณะ ใต้บอกว่า ถ้าข้อตกลงเบื้องต้นของการสอบตรงตามที่ทฤษฎีที่ผู้ต้องการและ เราสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับโมเดลแล้วจะมีผลก็คือ

1. ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะคงที่ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์การเดา จะเป็นค่าที่ไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ ไม่ว่าจะนำไปสอบกับผู้ใดก็ตาม

2. เมื่อทราบลักษณะการตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบคนใด เราจะสามารถคำนวณหาค่าความสามารถที่แท้จริงของบุคคลนั้นได้โดยค่านี้จะสัมพันธ์โดยตรงกับคะแนนจริงซึ่งลักษณะเช่นนี้ถือว่า เป็นลักษณะของความเป็นอิสระของข้อสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

1. แบบทดสอบที่มีมิติเดียว (Unidimension Test) หมายความว่า ข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบจะต้องวัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียวกัน หรือมีความเป็นเอกพันธ์กัน

2. ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระจากกัน หมายความว่า การตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งจะไม่มีผลต่อการตอบข้อสอบข้ออื่น ๆ

3. โอกาสที่ผู้สอบจะตอบข้อสอบถูกขึ้นอยู่กับโค้งลักษณะข้อสอบของแต่ละโมเดลที่ใช้ ไม่ขึ้นกับการแจกแจงความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง (Lord and Novick. 1968 : 359)

พารามิเตอร์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

ค่าพารามิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ พารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item Parameter) ได้แก่

ค่าความยาก ( $b_g$ ) มีค่าตั้งแต่  $-c$  ถึง  $+a$  แต่ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง  $-3$  ถึง  $+3$  ค่า  $-3$  แสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายมาก และค่า  $+3$  แสดงว่าข้อสอบนั้นยากมาก

ค่าอำนาจจำแนก ( $a_g$ ) มีค่าตั้งแต่  $-\alpha$  ถึง  $+\alpha$  แต่ในทางปฏิบัติมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 2 เพราะค่า  $a_g$  ที่เป็นลบแสดงว่า ข้อสอบไม่ดี ใช้ไม่ได้ต้องคัดทิ้ง ถ้า 0 แสดงว่า ข้อสอบไม่มีอำนาจจำแนก ค่า +2 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง

ค่าสัมประสิทธิ์การเกา ( $c_g$ ) เป็นค่าที่แสดงถึงโอกาสการตอบข้อสอบถูก โดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มีค่าจาก 0 ถึง 1 จะคัดเลือกเอาค่าที่ต่ำกว่า 0.3

พารามิเตอร์ของผู้สอบ (Examinee Parameter) ได้แก่

ระดับความสามารถของผู้สอบ ( $\theta$ ) มีค่าอยู่ระหว่าง  $-3$  ถึง  $+3$  ค่า  $-3$  แสดงว่ามีความสามารถต่ำ และค่า  $+3$  แสดงว่ามีความสามารถสูง

โมเดลในทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

โมเดลของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม เป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวถึงกันมาก มีอยู่ 2 โมเดล คือ

1. โมเดลปกติของออร์โรว์ (Normal ogive model) เป็นโมเดลที่ใช้อธิบาย ICC ด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งเขียนเป็นสมการได้คือ

$$P_g(\theta) = \int_{-\infty}^{a_g(\theta - b_g)} \frac{1e^{-t^2/2}}{\sqrt{2\pi}} dt; (g = 1, 2 \dots n)$$

เมื่อ  $P_g(\theta)$  คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบคนหนึ่ง ซึ่งมีระดับความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบข้อ  $g$  ได้ถูกต้อง

$$\frac{1e^{-t^2/2}}{\sqrt{2\pi}}$$

คือ normal density function

$$b_g$$

คือ ระดับความยากของข้อสอบข้อ  $g$

$$a_g$$

คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อ  $g$

$$\theta$$

คือ ระดับความสามารถของผู้สอบ

2. โมเดลโลจิสต์ (Logistic model) เป็นโมเดลที่พัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์การทดสอบในกรณีที่ตอบโดยการเดาได้ ซึ่งจะทำให้ส่วนปลายต่ำสุดของโค้ง (lower asymptote) ของ  $P_g(\theta)$  ไม่เป็นศูนย์ พารามิเตอร์ของการเดา (guessing parameter) จึงจำเป็นต้องพิจารณาด้วย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 โมเดลย่อยตามพารามิเตอร์คือ

2.1 โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์ 2 ตัว (Two-Parameter Logistic Model) เบิร์นบอม (Birnbaum) ได้เสนอโมเดลนี้โดยใช้พารามิเตอร์ 2 ตัว คือ ค่าความยากและอำนาจจำแนก โดยมีรูปสมการดังนี้

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

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

$b_g$  คือ ค่าความยากที่แสดงระดับความสามารถที่แท้จริงที่จุดโค้งชันที่สุด หรือในกรณีที่ไม่มี การเดาค่า  $b$  ก็คือ  $\theta$  ณ จุดความน่าจะเป็น .50

$a_g$  คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อ  $g$  ที่เป็นสัดส่วนความชันของ  $P_g(\theta)$  ณ ตำแหน่ง  $\theta = b_g$

$D$  คือ scaling factor ซึ่งมีค่า 1.7 เป็นค่าที่มากที่สุดในการปรับ logistic model และ normalogive model ให้สอดคล้องกัน

2.2 โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว (Three-Parameter Model) เป็นโมเดลที่จะใช้อธิบายถึงความไม่เหมาะสมของโค้งลักษณะข้อสอบตอนปลายล่าง ซึ่งคำนึงถึงเรื่องการเดาตอบข้อสอบ มีรูปสมการดังนี้

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

เมื่อ  $C_g$  คือ ค่าความน่าจะเป็น ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำมากมี โอกาสจะทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้อง หรือถ้าสัมประสิทธิ์ การเดา

### 2.3 โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์ตัวเดียว (One - Parameter Model)

ราสช (Rasch) ได้พัฒนาโมเดลขึ้นมาโดยถือว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับหมด และไม่มีการเดาได้ถูกต้อง ( $a_g = 1.00, C_g = 0$ ) มีสมการดังนี้

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

เมื่อ  $\bar{a}$  เป็น ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นกลาง และต่อมา Wright และ Stone ได้ปรับสมการดังกล่าวเป็น

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

#### คุณภาพของแบบทดสอบ

ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม เราจะวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยการพิจารณา จากฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Test Information Function) ซึ่งได้จากผลรวม ของฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อสอบแต่ละข้อ (Item Information Function) ซึ่งจะ เป็นตัวบอกความแน่นอนในการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริง (Lord. 1980 : 72) ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อสอบแต่ละข้อกำหนดได้ดังนี้

$$I \{ \theta, U_g \} = (P'_g)^2 / P_g Q_g ; g = 1, 2, \dots, n$$

เมื่อ  $I \{ \theta, U_g \}$  คือ ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อสอบแต่ละข้อ

$P_g$  คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถ  $\theta$  จะตอบ  
ข้อสอบข้อ  $g$  ได้ถูกต้อง

$Q_g$  คือ  $1 - P_g$

$P'_g$  คือ ความชันของโค้งลักษณะข้อสอบที่ระดับความสามารถ  $\theta$

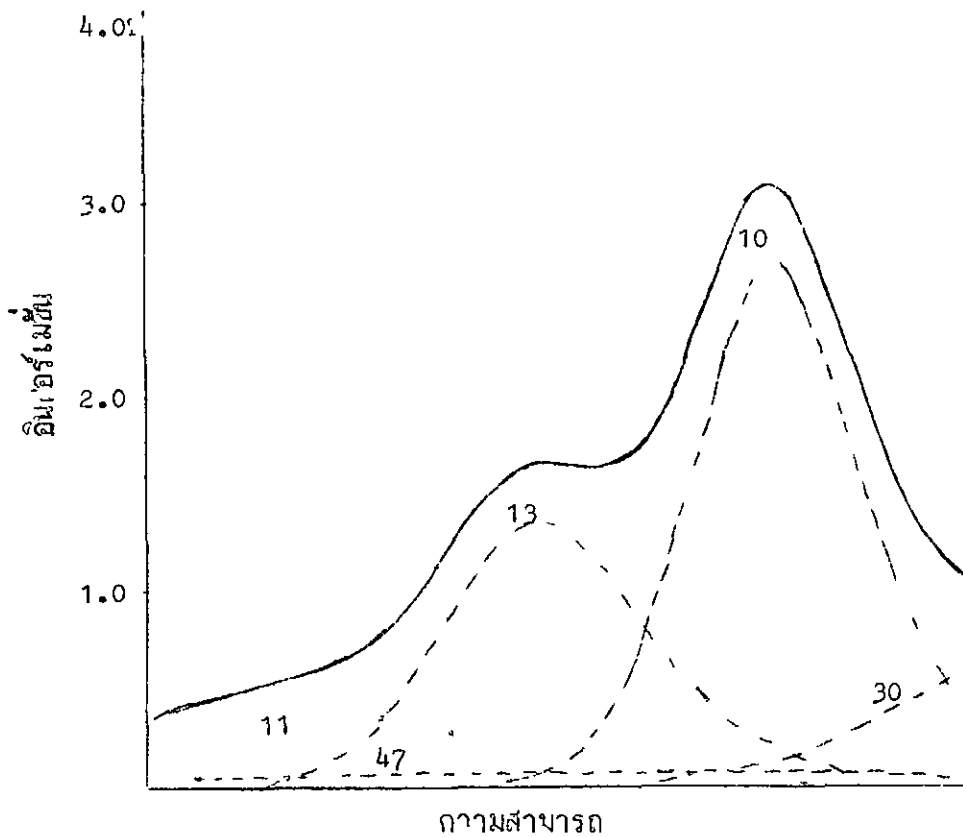
จากสมการจะเห็นได้ว่า ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของข้อสอบแต่ละข้อ ขึ้นอยู่กับความชันของโค้งลักษณะข้อสอบ ถ้าโค้งลักษณะข้อสอบชันมากขึ้น ในขณะที่ความแปรปรวนของการตอบข้อสอบถูกย่น้อยลง โค้งอินฟอร์เมชันของข้อสอบที่ระดับความสามารถนั้น ๆ ก็จะยิ่งสูงขึ้น ซึ่งความสูงของโค้งอินฟอร์เมชันของข้อสอบ อยู่ที่ระดับความสามารถใดก็แสดงว่าสามารถจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบได้ดี ณ ระดับความสามารถนั้น (ผจญจิต อินทสุวรรณ 2525 : 64)

ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ เป็นสัดส่วนกลับกับกำลังสองของความยาวของช่วงความเชื่อมั่นที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าความสามารถ  $\theta$  ของผู้สอบจากการทำข้อสอบของเขา โค้งอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบจะเป็นเครื่องแสดงถึงความถูกต้องแม่นยำของค่าความสามารถที่ประมาณได้ ซึ่งแสดงในรูปสมการดังนี้

$$\begin{aligned} I \{ \theta \} &= \sum_{g=1}^n I \{ \theta, U_g \} \\ &= \sum_{g=1}^n \frac{(P'_g)^2}{P_g Q_g} \end{aligned}$$

$I \{ \theta \}$  คือ ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ

ถ้าเรามีกลุ่มข้อสอบที่ทราบโถงอินฟอร์เมชัน เราสามารถสร้างแบบทดสอบให้มีโถงอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ๓ ระดับหนึ่งของความสามารถที่เราต้องการได้ เช่น เพื่อคัดเลือกนักเรียนให้ได้รับทุนก็จะต้องใช้ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระดับความสามารถสูง ๆ นั่นก็คือ โถงอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูง ๗ ระดับความสามารถสูง ๆ นั่นเอง ถึงภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงโถงอินฟอร์เมชันของข้อสอบ 5 ข้อ และโถงอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ (Lord. 1980 : 22)

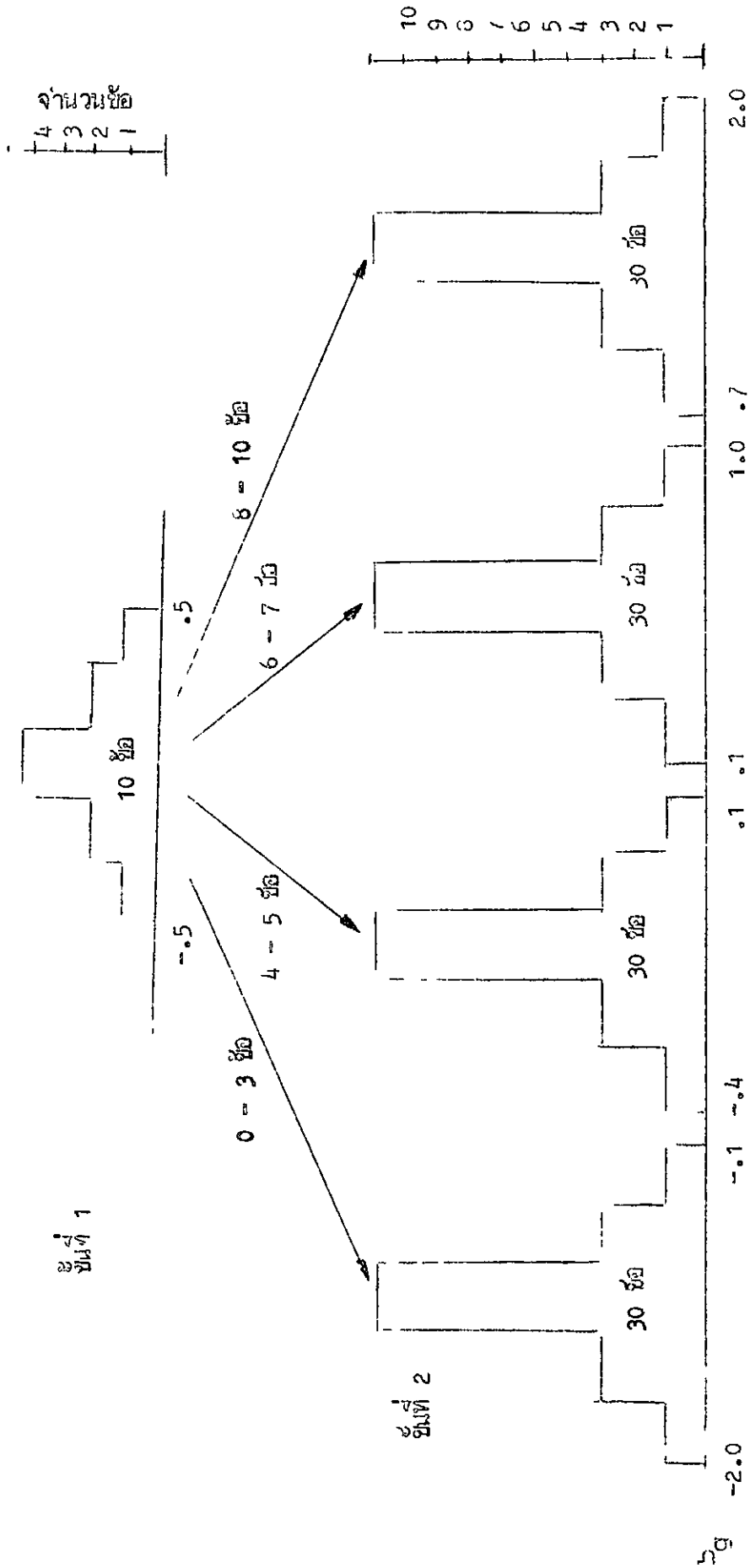
## แบบทดสอบสองขั้นตอนและการให้คะแนน

แบบทดสอบสองขั้นตอน เป็นแบบที่ง่ายที่สุดของแบบทดสอบที่จัดให้เหมาะสมสำหรับผู้สอบแต่ละคน แบบทดสอบสองขั้นตอนได้เคยศึกษามาโดยแองกอฟฟ์ และฮัดเดนสตัน (Angoff and Huddleston 1958) เบ็ทซ์ และ ไวท์ส (Betz and Wiess. 1973, 1974) เคลียร์ ลินน์ และ ร็อค (Cleary, Linn and Rock. 1968, 1969) ลอร์ด (Lord. 1971) และวูด (Wood. 1971) ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบสองขั้นตอนนี้ จะประกอบด้วยแบบทดสอบแยกกลุ่ม (Routing Test) และแบบทดสอบหลัก หรือแบบทดสอบวัด (Main or Measurement Test)

แบบทดสอบแยกกลุ่ม (Routing Test) เป็นแบบทดสอบที่จะจัดแยกผู้สอบทุกคนว่าผู้สอบคนใดจะให้ไปทำแบบทดสอบหลักฉบับไหน โดยข้อสอบ (items) ในแบบทดสอบแยกกลุ่ม จะมีค่าความยากกระจายออกไปจากง่ายมากไปจนถึงยากมาก หรืออาจจะเป็นแบบที่มีค่าความยากเท่า ๆ กันตรงกลาง ๆ (Peaked) และแบบทดสอบแยกกลุ่มนี้จะต้องมีจำนวนข้อสอบไม่มากนัก เพื่อให้การตรวจให้คะแนนทำได้รวดเร็วและจะได้จัดแยกผู้สอบไปทำแบบทดสอบหลักได้ถูกต้อง

แบบทดสอบหลักหรือแบบทดสอบวัด (Main or Measurement Test) จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแยกกลุ่มจะบอกได้ว่าผู้สอบคนใดจะทำแบบทดสอบหลักชุดใด โดยแบบทดสอบหลักจะประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 3 - 5 ชุด ในแต่ละชุดจะมีลักษณะที่สำคัญคือมีค่าความยากเฉลี่ยเท่า ๆ กัน (Peaked) ซึ่งชุดแรกก็จะเป็นข้อสอบที่ง่ายและชุดต่อ ๆ ไปก็จะค่อย ๆ ยากขึ้นไปเรื่อย ๆ ทั้งนี้ก็เพื่อให้เหมาะกับความสามารถของแต่ละบุคคลและจะเป็นการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการทำข้อสอบของผู้สอบแต่ละคนด้วย

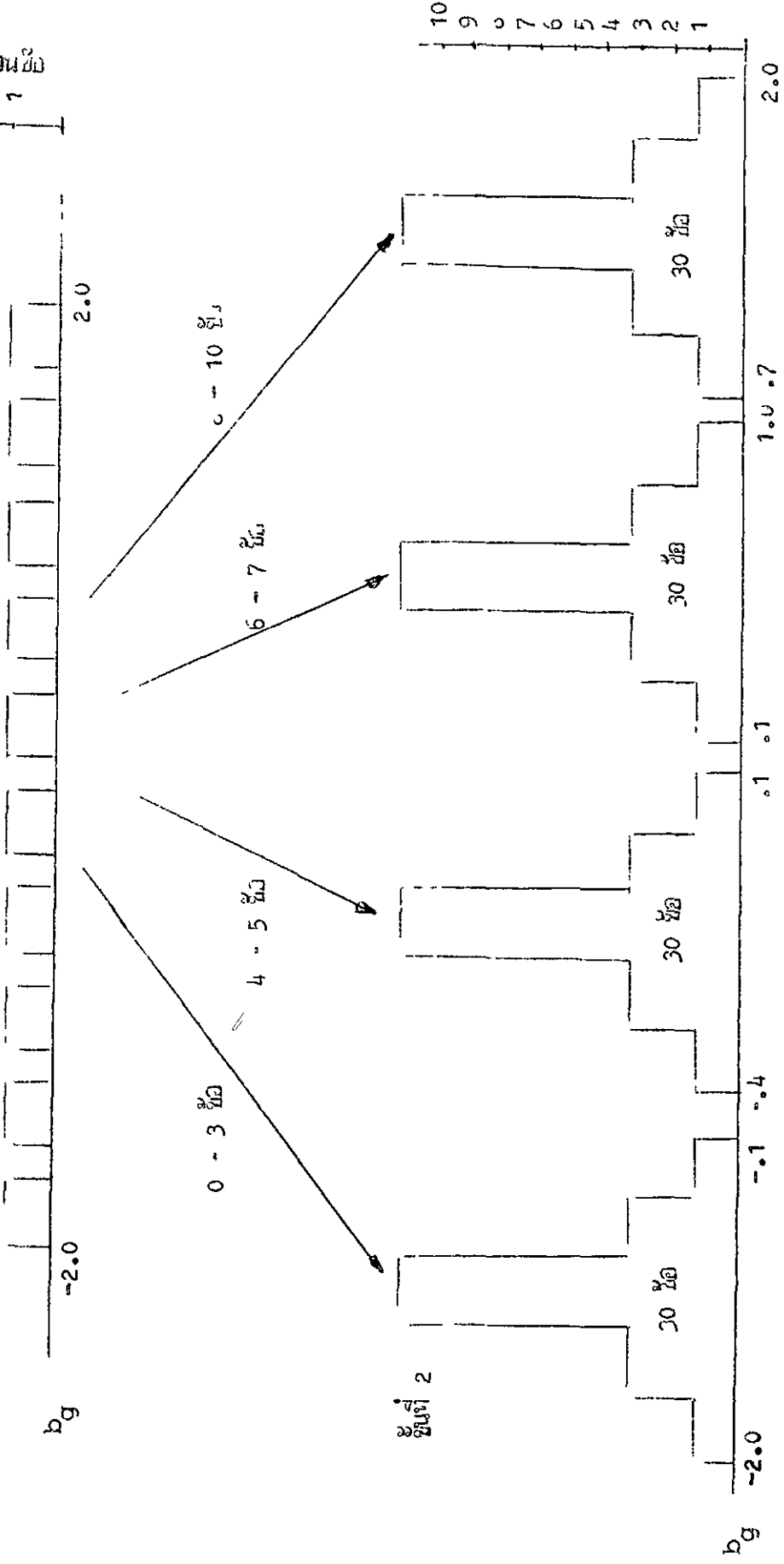
แบบทดสอบสองขั้นตอนนี้จะมีด้วยกันหลายลักษณะดังแสดงให้เห็นได้ชัดเจนดังภาพประกอบที่ 2, 3 และ 4 (Weiss. 1974 : 4, 6, 8)



ภาพประกอบ 2 แสดงแบบตัดของชิ้นงานที่แสดงในภาพที่ 1

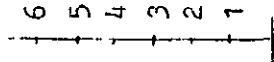
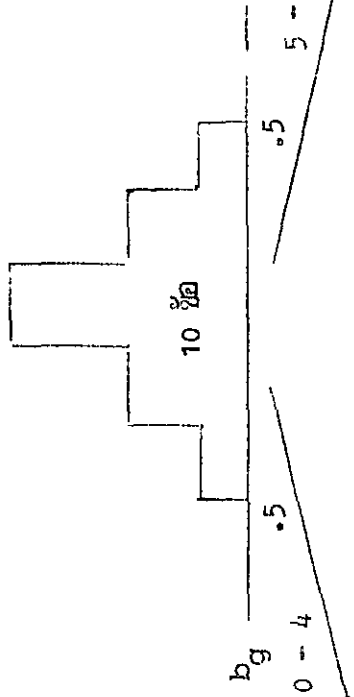
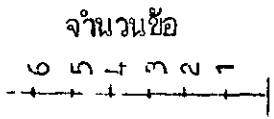
ชั้นที่ 1

จำนวนชั้น

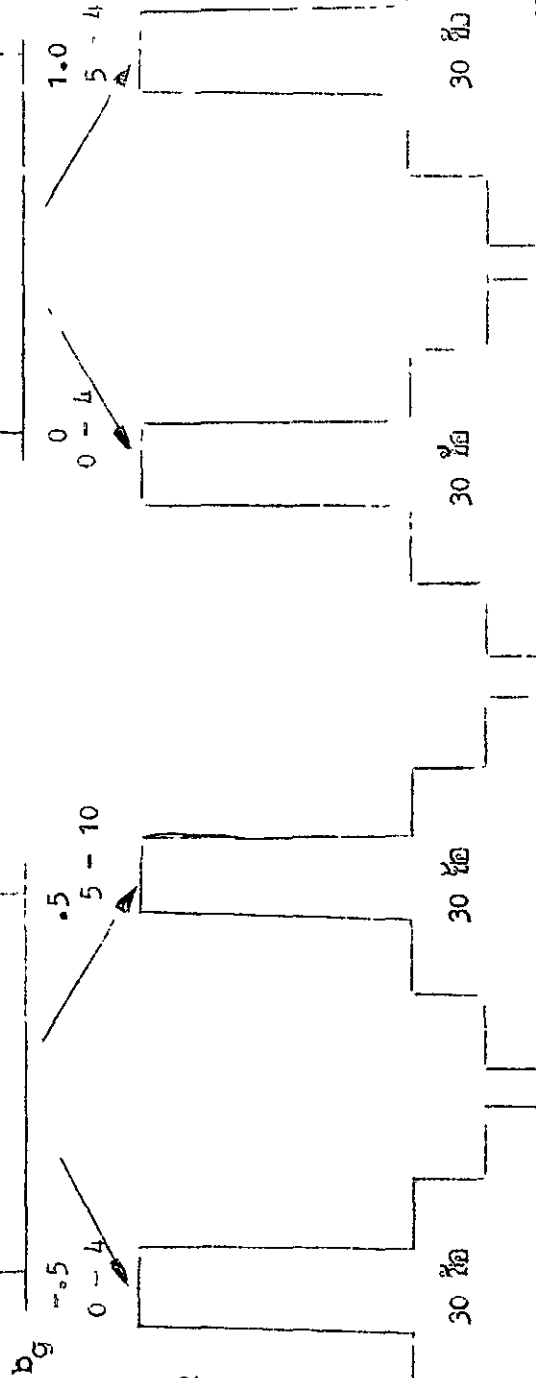
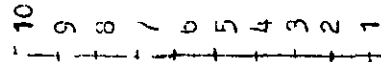


ภาพประกอบ 3 แผนผังแบบอาคารตึก 10 ชั้นแบบแยกกลุ่มที่พักอาศัย

ชั้นที่ 1



ชั้นที่ 2



-2.0      -.1 -.4      .1 .1      1.0 .7      2.0

4 แผนภาพแสดงของขั้นตอนที่เป็นขั้นตอนแยกกลุ่ม 2 ครั้ง เพื่อให้การจัดแยกข้อสอบโดยถูกต้องเหมาะสม

การให้คะแนนและประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบสองชั้นตอนนี้ จะให้คะแนนจากแบบทดสอบแยกกลุ่มโดย ข้อถูกให้ 1 คะแนน ข้อผิดให้ 0 คะแนน โดยคะแนนที่ได้จะเป็นตัวกำหนดในการไปทำแบบทดสอบหลัก และจากผลการตอบแบบทดสอบสองชั้นตอนนี้ จะนำไปประมาณเป็นค่าความสามารถของผู้ตอบ ( $\theta$ ) ซึ่งมีด้วยกัน 3 วิธีด้วยกันคือ

วิธีที่ 1 เสนอโดย ลอร์ด ซึ่งเรียกว่า วิธีการใช้ค่าสูงสุดของไลค์ลี่ยูด (maximum likelihood procedure) มีหลักการคือ ทั้งแบบทดสอบหลักและแบบทดสอบแยกกลุ่ม จะต้องมียุทธศาสตร์ที่มีค่าความยากเฉลี่ยเท่ากันหมดภายในชุด (Peaked) และให้คะแนนจากแบบทดสอบหลัก เป็น 3 เท่าของแบบทดสอบแยกกลุ่ม ซึ่งค่าคะแนนความสามารถหาได้จากสมการ

$$\theta = \frac{1}{\bar{a}_1} \phi^{-1} \frac{(x/m) - c}{1 - c} + \bar{b}_1$$

เมื่อ  $\bar{a}_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกของชุดแบบทดสอบ

$x$  คือ จำนวนข้อสอบที่ตอบถูก

$m$  คือ จำนวนข้อสอบในชุดแบบทดสอบ

$c$  คือ ค่าโอกาสการตอบถูก

$\bar{b}_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของค่าความยากของชุดแบบทดสอบ

$\phi^{-1}$  คือ ค่าส่วนกลับของฟังก์ชันการกระจายปกติสะสมที่สมนัยกับ

สัดส่วนการตอบถูก

หลังจากคำนวณได้ค่า  $\theta$  ของแบบทดสอบแต่ละชุดแล้วจึงนำมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งถือว่าเป็นค่าความสามารถจริง ๆ ของผู้สอบโดยใช้สูตร

$$\theta = \frac{\theta_1 + 3\theta_3}{4}$$

- เมื่อ  $\theta$  คือ ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ  
 $\theta_1$  คือ ค่าความสามารถที่ประมาณจากแบบทดสอบแยกกลุ่ม  
 $\theta_2$  คือ ค่าความสามารถที่ประมาณจากแบบทดสอบหลัก

วิธีที่ 1 จะใช้ผลการสอบแล้วประมาณค่าโดยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์

วิธีที่ 2 ประมาณค่าความสามารถโดยการใช้ค่าความยาก ( $b_G$ ) ของข้อสอบข้อที่ยากที่สุดที่นักเรียนตอบถูก

วิธีที่ 3 ประมาณค่าความสามารถโดยการหาค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบ ข้อที่ตอบถูกทั้งหมด ซึ่งวิธีนี้จะคิดเฉพาะข้อที่ตอบถูกในแบบทดสอบหลักเพียงอย่างเดียวก็ได้ หรืออาจจะคิดรวมทั้งแบบทดสอบหลักและแบบทดสอบแยกกลุ่มก็ได้

### ข้อดีข้อเสียของแบบทดสอบสองขั้นตอน

ข้อดี

1. เป็นแบบทดสอบที่สามารถปรับให้เหมาะกับความสามารถของผู้สอบ ถึงแม้จะมองดูคล้ายกับการใช้แบบทดสอบแบบดั้งเดิม 2 ครั้งก็ตาม เพราะแบบทดสอบแยกกลุ่มจะมีลักษณะสั้น ซึ่งจะให้ข้อมูลในการทดสอบมากพอ และคนเก่งก็ไม่ต้องเบื่อกับข้อสอบง่าย ๆ ส่วนคนอ่อนก็ไม่ต้องยุ่งยากใจและใช้การเดาเมื่อทำข้อสอบที่ยากเกินไป
2. ข้อดีอีกประการก็คือ การทำให้ผู้สอบได้ปรับตัวและเกิดแรงจูงใจ เพราะผู้สอบสามารถตรวจให้คะแนนได้ด้วยตัวเอง โดยจะมีคู่มือการตรวจให้คะแนนไปด้วย ทำให้ผู้สอบทราบคะแนนของตนเอง
3. จะเกิดผลจากการเดาตอบน้อยมาก เนื่องจากแบบทดสอบสองขั้นตอน มีข้อสอบหลายข้อในแบบทดสอบแยกกลุ่ม จึงทำให้โอกาสตอบถูกหรือผิดจากการเดาแล้วจัดแยกเค้กผิดไปมีน้อย ซึ่งให้ผลดีกว่าแบบทดสอบปริมาตร

## ข้อเสีย

1. เกิดจากความคลาดเคลื่อนในแบบทดสอบแยกกลุ่ม ที่แยกกลุ่มผู้สอบให้ไปทำแบบทดสอบหลักผิด คือผู้สอบตอบทดสอบแยกกลุ่มได้คะแนนใกล้ ๆ จุดตัดแล้วถูกแยกไปทำแบบทดสอบหลักที่ไม่เหมาะสมกับความสามารถ โดย ลินท์ และคนอื่น ๆ (Linn and others. 1969) ได้ศึกษาพบว่าจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนถึง 20% ของผู้ตอบ และ แองกอพฟ์ กับ ฮัดเดนสตัน (Angoff and Huddleston) เบ็ทซ์ และ ไวท์ส (Betz and Weiss) บอกว่าจะผิดพลาดเพียง 4 - 5% เท่านั้น เมื่อใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งวิธีการแก้ไขในข้อนี้ก็อาจทำได้โดยการใส่คอมพิวเตอร์ตรวจสอบการทำแบบทดสอบของผู้สอบ ถ้าคลาดเคลื่อนก็จัดการปรับแล้วจัดชุดแบบทดสอบใหม่ให้ทำหรืออาจจะแก้ไขวิธีที่จัดแบบทดสอบหลักที่มีค่าความยากซ้อนทับกันในแต่ละชุดเพื่อปรับความคลาดเคลื่อนและคะแนนจุดตัด

2. เกี่ยวกับจำนวนข้อสอบในฉบับ ที่นำไปใช้กับผู้สอบ ซึ่งจากการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่าผู้สอบแต่ละคนแตกต่างกันในด้านการตอบจำนวนข้อสอบ ซึ่งถ้าเรามองอีกแง่หนึ่งก็คือ การทำแบบทดสอบดั้งเดิม 2 ชุด นั้นเอง ซึ่งถือว่าไม่ได้เป็นการปรับจำนวนข้อสอบที่จะสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ข้อบกพร่องนี้สามารถแก้ไขได้โดยการใส่แบบทดสอบปิรามิด

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายในประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างกันในเมืองไทย ยังคงมีรูปแบบเป็นแบบทดสอบดั้งเดิม กล่าวคือ จัดข้อสอบในลักษณะที่เรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก และทุกคนจะต้องทำเหมือนกันหมด ดังเช่น งานวิจัยต่อไปนี้

ปี 2524 สมถวิล วิจิตรวรรณ (สมถวิล วิจิตรวรรณ 2524) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก 4 ฉบับ หากค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของซิปโตเวียด มีค่า .6147 - .7835 หากค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้สูตรของคาร์เวอร์ มีค่า .7117 - .8427 และในปีเดียวกัน ไพฑูรย์ เวทการ (ไพฑูรย์ เวทการ 2524) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .30 - .90 ค่าอำนาจจำแนก (ดัชนี S) 08 - .53 ค่าความเที่ยงตรงใช้สูตรของคาร์เวอว์ .6515 - .8018 ค่าความเชื่อมั่นใช้สูตรของยวิน .2284 - .3134

ปี 2525 จงที วงศ์พรภักดี (จงที วงศ์พรภักดี 2525) ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24 - 0.76 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป ความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตร K-R 20 มีค่า 0.897 ถึง 0.898 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

ปี 2525 บุญเจ็ด โภคธรรม (บุญเจ็ด โภคธรรม 2525) ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาหลักการพยาบาล เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตร K-R 20 มีค่า 0.85 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ

บุญเล็ก กำหอม (บุญเล็ก กำหอม 2525) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ กลุ่มตัวอย่าง 240 คน มีค่าความยากตั้งแต่ .50 ถึง .85 ค่าอำนาจจำแนก (ดัชนี S) .09 ถึง .73 ค่าความเที่ยงตรงใช้วิธีของคาร์เวอว์ .6667 - .7667 ค่าความเชื่อมั่นใช้วิธีของสวามิธาน แสมเบลตันและอัลจัน่า .4302 - .7189

สุโชติ สันตติวงศ์ไชย (สุโชติ สันตติวงศ์ไชย 2526) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 6 ฉบับ กลุ่มตัวอย่าง 160 คน ค่าความยากตั้งแต่ .24 - .89 ค่าอำนาจจำแนก (ดัชนี S) .04 - .70 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีของคาร์เวอว์ .5938 - .8438 ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพใช้วิธีของเพียร์สัน .4229 - .6726 ค่าความเชื่อมั่นใช้วิธีของปอบแฮม .2280 - .4358

มันนี่ เฟื่อนน้อย (มันนี่ เฟื่อนน้อย 2526) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ .28 - .92 ค่าอำนาจจำแนก (คั่นี S) .19 - .69 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีของการ์เวอ์ .7917 - .8500 ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพใช้วิธีของเพียร์สัน .6560 - .7964 ค่าความเชื่อมั่นใช้วิธีของเพียร์สัน .8256 - .8744

และในปี พ.ศ. 2528 กำจัด เกตุสุวรรณ (กำจัด เกตุสุวรรณ 2528) ได้สร้างแบบทดสอบอิงโตเมนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีแบบทดสอบคู่ขนาน จำนวน 8 ฉบับ กลุ่มตัวอย่าง 160 คน ค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีสุรของคาเวอ์ มีค่าอยู่ระหว่าง .8750 - .9880 ค่าอำนาจจำแนก (คั่นี S) อยู่ระหว่าง .24 - .96 ค่าความยากอยู่ระหว่าง .43 - 1.00

นอกจากงานวิจัยของบุคคลข้างต้นแล้ว ในประเทศไทยยังมีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อีกหลายฉบับ แต่โดยสรุปแล้ว รูปแบบของแบบทดสอบก็คือ รูปแบบที่นักเรียนทุกคนทำเหมือนกันหมดทุกข้อนั่นเอง และการวิเคราะห์ข้อสอบก็ยิ่งใช้ทฤษฎีดั้งเดิม ซึ่งจะแตกต่างกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของต่างประเทศ

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ลาร์คิน และ ไวสส์ (Larkin and Weiss. 1975 : 1 - 27) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแบบทดสอบสองขั้นตอนกับแบบทดสอบรูปปริมาตร โดยแบบทดสอบทั้งสองสร้างจากกลุ่มข้อสอบจำนวน 369 ข้อ ซึ่งข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ถ้ามเกี่ยวกับคำศัพท์ต่ำกว่าระดับวิทยาลัย กลุ่มข้อสอบพิจารณาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามแต่ละข้อจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบไบซีเรียลตั้งแต่ .03 ขึ้นไป แบบทดสอบ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วยแบบทดสอบแยกกลุ่ม จำนวน 10 ข้อ ผู้สอบที่ทำแบบทดสอบแยกกลุ่มได้ 0-4, 5-6, 7-8 และ 9-10 คะแนน จะถูกกำหนดให้แยกไปตอบแบบทดสอบหลักในชุดที่ง่ายที่สุด หรือชุดที่ยากขึ้นชุดใดชุดหนึ่งตามลำดับของคะแนนแบบทดสอบหลักมี 4 ชุด ๗ ละ 30 ข้อ การให้คะแนนแบบทดสอบ 2 ขั้นตอน ใช้วิธีประมาณค่าความสามารถวิธีของลอร์ด

แบบทดสอบรูปปริมาตรที่ใช้ศึกษามี 3 ฉบับ แต่ละฉบับมี 15 ชั้นตอน มีค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่อยู่ติดกันคงที่ ใช้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1/ลด 1 ใช้วิธีการให้คะแนน 4 วิธี คือ ให้ตามจำนวนข้อที่ตอบถูก ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ทำ ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูก และให้ตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ทำ ดำเนินการสอบโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ทดสอบกับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ 111 คน

ผลการศึกษพบว่า ในการทดสอบคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับจากการจัดลำดับการทดสอบก่อนหลังระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตร กับแบบทดสอบ 2 ชั้นตอน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงถือได้ว่าการจัดให้สอบที่สอบแบบทดสอบชนิดใดก่อนจะไม่มีผลกระทบต่อคะแนนที่ได้รับในด้านการกระจายของคะแนนของแบบทดสอบรูปปริมาตรที่ได้จากการให้คะแนนทั้ง 4 วิธี มีการกระจายแบบรูปโค้งเบ้ทางบวกเล็กน้อย คะแนนที่ให้ตามจำนวนข้อที่ตอบถูกจะมีความเบ้มากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโค้งปกติ ส่วนคะแนนที่ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกเกือบจะไม่มี ความเบ้เลย คะแนนที่ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ทำ และคะแนนที่ให้ตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ทำจะมีการกระจายแบบโค้งแบน แต่ก็ไม่ได้แตกต่างจากโค้งปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนที่ให้ตามจำนวนข้อที่ตอบถูก และคะแนนที่ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกจะมีการกระจายแบบโค้งโค้งเล็กน้อย คะแนนที่ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อที่ทำจะมีการกระจายแบบโค้งแบนมากที่สุด เมื่อพิจารณาทั้งความเบ้และความโค้งของการกระจายของคะแนนแล้ว คะแนนที่ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกจะแตกต่างไปจากโค้งการกระจายปกติมากที่สุด การกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสองชั้นตอน จะอยู่ในรูปโค้งเบ้ทางบวกเล็กน้อย และโค้งเล็กน้อย แต่ทั้ง 2 กรณีก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโค้งการกระจายปกติ ความเบ้ของโค้งการแจกแจงของคะแนนยังมากกว่าโค้งความเบ้ของคะแนนที่ให้โดยวิธีต่าง ๆ ของแบบทดสอบรูปปริมาตรทุกวิธี ความโค้งของโค้งการกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบสองชั้นตอน ก็ยังมีออกแหลมกว่าโค้งความโค้งที่ได้จากแบบทดสอบรูปปริมาตรด้วย เมื่อพิจารณาถึงแบบทดสอบย่อยต่าง ๆ ของแบบทดสอบสองชั้นตอน พบว่า แบบทดสอบแยกกลุ่มมีความยากของข้อสอบที่เหมาะสม คือคะแนนเฉลี่ยข้อถูกเท่ากับ 5.58 จาก 10 คะแนน เมื่อคิดจาก 111 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

ข้อถูกมีค่ามากคือ 2.61 แสดงว่าแบบทดสอบแยกกลุ่มสามารถจำแนกผู้สอบออกตามความสามารถได้ดี คะแนนเฉลี่ยข้อถูกของแบบทดสอบหลักรวมทั้ง 4 ชุด เท่ากับ 18.56 จาก 30 คะแนน มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนข้อในแบบทดสอบหลักเมื่อพิจารณาแยกคะแนนในแต่ละฉบับ คะแนนเฉลี่ยข้อถูกจะอยู่ระหว่าง 17.00 ถึง 19.93 หรือประมาณ 57% ถึง 66% ของจำนวนข้อสอบทั้ง 30 ข้อ แสดงว่า ความยากของแบบทดสอบหลักเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบในแต่ละกลุ่ม และก็จะมีการเดาเกิดขึ้นในการทำแบบทดสอบสองขั้นตอน มากกว่าการทำแบบทดสอบรูปปริมาตร การให้คะแนนในแบบทดสอบหลักทั้ง 4 ฉบับ พบว่าให้ผลเกือบคงที่ในแบบทดสอบหลัก 3 ฉบับแรก อย่างไรก็ตามแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ให้คะแนนกระจายกว้างกว่าคะแนนจากแบบทดสอบหลักฉบับอื่น ๆ และแบบทดสอบแยกกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มผู้สอบให้แบบทดสอบหลักฉบับที่มีความยากน้อยที่สุด หรือฉบับที่ 4 จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดถึง 1.15

ความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรูปปริมาตรกับแบบทดสอบสองขั้นตอน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน-โปรดักโมเมนต์ เท่ากับ .84, .81, .79 และ .83 ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรูปปริมาตรที่ใช้คะแนนตามวิธีที่ 1 ถึง 4 กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสองขั้นตอน ตามลำดับ เกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่นคงที่ภายใน ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของ ฮอยย์ มีค่า .72 จากแบบทดสอบสองขั้นตอน ชนิดที่แบบทดสอบแยกกลุ่มมี 10 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง 111 คน มีค่า .72 และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ถึง 4 มีค่า .84, .66, .75 และ .72 ตามลำดับ โดยทุกฉบับมี 30 ข้อ และมีจำนวนตัวอย่าง 21, 20, 27 และ 43 คน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบหลักที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยมากที่สุดจะมีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด คือแบบทดสอบหลักที่ 2 และแบบทดสอบที่มีค่าความยากเฉลี่ยมากที่สุดจะมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คือแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ส่วนแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 ที่มีค่าความยากเฉลี่ยน้อยที่สุด จะมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับค่าความยากของแบบทดสอบแยกกลุ่ม

ในปี 1971 ลอร์ด (Lord, 1971) ได้ทำการศึกษาเพื่อต้องการทราบว่าแบบทดสอบยืดหยุ่น (flexilevel test) จะมีความสับสนหรือจะต้องใช้เวลามากเกินไปหรือไม่ ถ้าใช้กับผู้เข้าสอบจำนวนหลาย ๆ คน โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษา

เชิงทฤษฎี ผลจากการศึกษาพบว่า ถ้าพิสัยของความสามารถของผู้สอบ อยู่ในช่วงกลาง ๆ แบบทดสอบยี่ดหุ่่นจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าแบบทดสอบดั้งเดิม แต่ถ้าเป็นกริ่งหนึ่งของช่วงความสามารถจะวัดได้มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบทดสอบดั้งเดิม โดยเฉพาะเมื่อความสามารถสูงหรือต่ำ จะมีคุณค่าสูงกว่าแบบทดสอบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบนี้สามารถบอกได้ว่าเมื่อใช้ข้อสอบ 60 ข้อ ต่อผู้สอบ 1 คน แบบทดสอบยี่ดหุ่่นจะมีคุณค่ากว่าแบบทดสอบดั้งเดิม และเวลาที่ใช้ก็น้อยกว่าแบบทดสอบดั้งเดิมด้วย

เคลียร์ และคนอื่น ๆ (Cleary and others. 1968) ได้สร้างโปรแกรมทดสอบ (programmed tests) เพื่อสร้างแรงจูงใจและลดเวลาในการทดสอบ โปรแกรมทดสอบจะประกอบด้วย 2 ส่วน (sections) คือ

1. ส่วนแยกกลุ่ม (Routing Section) คือส่วนที่ประกอบด้วยข้อสอบที่แยกเป็นสาขาเพื่อนำผู้ตอบไปสู่ข้อสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ
2. ส่วนวัด (Measurement Section) ส่วนที่ประกอบด้วยแบบทดสอบสั้น ๆ ที่มีระดับความยากง่ายของข้อสอบเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้ตอบ การศึกษาความเป็นไปได้ ซึ่งให้เห็นว่าจะลดเวลาในการทดสอบโดยใช้โปรแกรมทดสอบในขณะที่คะแนนจากโปรแกรมทดสอบสัมพันธ์สูงกับแบบทดสอบดั้งเดิม

ลินท์ และคนอื่น ๆ (Linn and others. 1969) ได้ศึกษาวิธีสร้างโปรแกรมทดสอบ 5 วิธี เพื่อประเมินวิธีการทั้ง 5 วิธี

วิธีที่ 1 เรียกว่า แบบทดสอบแยกกลุ่มสองชั้น (Two-stage routing test) โดยการเลือกข้อสอบ 10 ข้อ ซึ่งผู้ตอบตอบถูกประมาณ 50% ของกลุ่มตัวอย่างชุดแรก แล้วคะแนนที่ได้จากข้อสอบ 10 ข้อนั้น นำไปใช้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน แล้วใช้วิธีการนี้ซ้ำอีกครั้งใน 2 กลุ่มย่อย ก็จะได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยใช้ข้อสอบ 30 ข้อ โดยผู้สอบจะสอบเพียง 20 ข้อ

วิธีที่ 2 เรียกว่า แบบทดสอบแยกกลุ่มพิสัยกว้าง (Broad rang routing test) โดยการคำนวณอัตราส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบถูกในแต่ละข้อคำถาม โดยเลือกข้อสอบ 20 ข้อ จาก 190 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .15 ถึง .91 จากคำตอบของข้อสอบ 20 ข้อนี้ ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่มเท่า ๆ กัน

วิธีที่ 3 เรียกว่า แบบทดสอบแยกกลุ่มที่ใช้กลุ่มจำแนก (Group - discrimination routing test) โดยใช้จำนวนคำตอบที่ตอบถูกจาก 190 ข้อ แล้วคำนวณอัตราส่วนของผู้ตอบที่เลือกคำตอบที่ถูกต้องในข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละกลุ่ม ซึ่งเลือกข้อสอบ 20 ข้อ ที่มีช่วงพิสัยของความยากกว้างจากต่ำสุดถึงสูงสุด แล้วใช้คะแนนจากข้อสอบ 20 ข้อนี้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม

วิธีที่ 4 สุ่มข้อคำถามแบ่งตามลำดับ 4 กลุ่ม (Four - group sequential item sampling) ใช้การเลือกข้อสอบมา 23 ข้อ โดยยึดค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (point - biserial correlation) สูง ๆ มาจัดแยกผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม

วิธีที่ 5 สุ่มข้อคำถามแบ่งตามลำดับ 3 กลุ่ม (Three - group sequential item sampling) มีลักษณะคล้ายวิธีที่ 4 แต่มีข้อแตกต่างอยู่ใน 2 ประเด็นคือ ในส่วนแยกกลุ่ม (Routing section) แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม และจำนวนข้อสอบที่ใช้สูงสุดเพียง 20 ข้อ เท่านั้น

ผลจากการวิจัยพบว่า การใช้โปรแกรมทดสอบซึ่งสามารถจัดให้ผู้ตอบไปตอบข้อคำถามที่เหมาะสมกับความสามารถ โดยอาศัยผลการสอบครั้งแรก จะทำให้ลดเวลาในการทดสอบ ในขณะที่ยังรักษาระดับของความเที่ยงตรงไว้ได้ โดยใช้ข้อสอบเกี่ยวกับภาษา 190 ข้อ กับนักเรียน 4,885 คน เกี่ยวกับเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ 190 ข้อ พบว่าโปรแกรมทดสอบเหนือกว่าแบบทดสอบดั้งเดิมเล็กน้อย อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมทดสอบกับเกณฑ์ภายนอกมีค่าสูง จึงประมาณได้ว่าแบบทดสอบดั้งเดิมที่ขนานกับแบบทดสอบที่มี 190 ข้อ จะต้องใช้เวลาเป็น 3.36 เท่า ของโปรแกรมทดสอบที่ดีที่สุดจึงจะมีความสัมพันธ์เฉลี่ยกับเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน

วอเตอร์ (Water. 1964) ใช้โมเดลความน่าจะเป็น (probability model) ในการทดสอบเกี่ยวกับแบบทดสอบแยกกลุ่ม พบว่า คะแนนของแบบทดสอบแยกกลุ่มมีความสัมพันธ์กับความสามารถของผู้ตอบในระดับสูงว่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบดั้งเดิม

เบย์รอฟฟ์ และซีรีย์ (Bayreff and Seeley. 1967) ได้ใช้แบบทดสอบแยกกลุ่ม เพื่อการให้เหตุผลทางภาษา และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้ถูกทดสอบ 120 คน แบบทดสอบแยกกลุ่มประกอบด้วยข้อสอบ 8 - 9 ข้อ ซึ่งขึ้นอยู่กับสาขาเฉพาะตามผู้ตอบและขึ้นอยู่กับความยากง่ายของข้อคำถาม เบย์รอฟฟ์ และซีรีย์ ยังได้ใช้แบบทดสอบดั้งเดิม คือ

แบบทดสอบการให้เหตุผลทางภาษา 50 ข้อ แบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 40 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบแยกกลุ่มกับแบบทดสอบดั้งเดิม ด้านการให้เหตุผลทางภาษา 0.78 และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0.74 ผลการวิจัยนี้ประมาณได้ว่า แบบทดสอบการให้เหตุผลทางภาษาแบบดั้งเดิม จำนวน 16 ข้อ และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 19 ข้อ จะเป็นการเพียงพอที่จะบรรลุผลที่สังเกตได้จากโปรแกรมทดสอบ

และในปี ค.ศ. 1958 แองกอฟฟ์ และฮัดเดิลสตัน (Angoff and Huddleston, 1958) ได้ทำการตรวจสอบแบบทดสอบสองขั้นตอนพบว่า แบบทดสอบสองขั้นตอนมีเทคนิคเหนือกว่าแบบทดสอบเดี่ยว ๆ ทั่ว ๆ ไป แต่ขอบเขตของการเหนือกว่าของแบบทดสอบสองขั้นตอน ยังไม่เพียงพอที่จะยอมรับเกี่ยวกับปัญหาการดำเนินการสอบ อย่างไรก็ตามก็ยังมี 2 คน มุ่งที่จะเพิ่มค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงมากกว่าการลดเวลาในการทดสอบ เมื่อยังคงค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงเท่าเดิม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศมาแล้วทำให้เห็นว่า รูปแบบของแบบทดสอบที่จะมีประสิทธิภาพทั้งทางด้านเวลาและแรงจูงใจ ควรเป็นรูปแบบที่จัดให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน และทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบลักษณะนี้ก็คือ ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม ซึ่งปัจจุบันนี้ในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย ผู้วิจัยได้นำเอาทฤษฎีการตอบข้อคำถามนี้มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบสองขั้นตอน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้ในสภาพที่เป็นจริงของการเรียนการสอน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

##### ประชากร

การศึกษาค้นคว้านี้ใช้กับกลุ่มประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัด กรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 916 คน จำนวน 22 ห้องเรียน โดยทำการสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อสร้างข้อสอบดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนจากทุกโรงเรียนเพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มข้อสอบ (Item pool) ได้จำนวนห้องเรียน 17 ห้องเรียน นักเรียน 717 คน

2. สุ่มห้องเรียนจากทุกโรงเรียน เพื่อใช้ในการทดสอบแบบทดสอบสองขั้นตอนในการประมาณค่าความสามารถของนักเรียน ได้จำนวนห้องเรียน 18 ห้องเรียน นักเรียน 743 คน

ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ และในการวิจัย  
จำแนกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการสอบ	
	การสร้างเครื่องมือ	การวิจัย
1. เมืองสุราษฎร์ธานี	1 (45)	1 (45)
2. สุราษฎร์พิทยา	2 (90)	3 (120)
3. สุราษฎร์ธานี	4 (197)	6 (278)
4. กาญจนดิษฐ์วิทยาคม	1 (40)	2 (75)
5. เกาะสมุย	1 (30)	-
6. ไชยาวิทยา	1 (47)	1 (40)
7. ท่าชนะ	2 (60)	1 (45)
8. บ้านนาสาร	1 (49)	2 (50)
9. พระแสงวิทยา	1 (29)	-
10. หุนหินพิทยาคม	2 (90)	2 (90)
11. เวียงสระ	1 (40)	-
รวม	17 (717)	18 (743)

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นแบบทดสอบซึ่งมีลักษณะดังนี้

แบบทดสอบสองชั้นตอน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งแบบทดสอบ แยกกลุ่มมีค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ 20 ข้อ และมีแบบทดสอบหลัก 4 ชุด ๆ ละ 30 ข้อ โดยสุ่มมาจากกลุ่มข้อสอบที่สร้างขึ้นมา 170 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน

การสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนสร้างจากกลุ่มข้อสอบ โดยก้ำกึ่งถึงค่าความยาก และโค้งอินฟอर्मเมชันของแบบทดสอบ โดยแบ่งการสร้างเป็น 2 ตอนคือ ชั้นตอนการสร้าง กลุ่มข้อสอบ และชั้นตอนการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน

1. การสร้างกลุ่มข้อสอบ แบบทดสอบที่สร้างเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยมีรายละเอียดการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายการสอน จากหนังสือแบบเรียนและคู่มือ วิชาฟิสิกส์ (ว.021) เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่

1.2 จากเนื้อหาและจุดมุ่งหมายการสอนนำมาเขียนจุดมุ่งหมายเชิง พฤติกรรม

1.3 สร้างข้อสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยหนึ่งจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม จะสร้างข้อสอบประมาณ 8 - 10 ข้อ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อสอบทั้งหมดประมาณ 170 ข้อ

1.4 นำข้อสอบที่สร้างตามข้อ 1.3 มาจัดทำเป็นแบบทดสอบ 4 ฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ 3 ฉบับ และฉบับละ 20 ข้อ 1 ฉบับ ซึ่งจัดโดยการสุ่มข้อสอบจากแต่ละจุดมุ่งหมาย ใส่ลงในแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ

1.5 นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง- กลุ่มที่ 1 โดยให้นักเรียนในแต่ละโรงเรียนได้ตอบแบบทดสอบทุกฉบับเท่า ๆ กัน

1.6 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน และคัดเลือกระชามคำตอบที่ตอบถูกทุกข้อ หรือตอบไม่ครบทุกข้อ ออกจากการวิเคราะห์

1.7 นำผลจากข้อ 1.6 ทั้งหมดไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของ ข้อสอบแต่ละข้อ คือค่าความยาก ( $b_G$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $a_G$ ) และค่าสัมประสิทธิ์ การเกา ( $C_G$ ) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LOGIST

1.8 กัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่  $-3.0$  ถึง  $3.0$  ค่าอำนาจ จำแนกมากกว่า  $.30$  และค่าสัมประสิทธิ์การเกาต่ำกว่า  $.30$  (Urry. 1977 : 184) ให้ได้อย่างน้อย 110 ข้อ

1.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกได้ตามข้อ 1.8 มาจัดเป็นกลุ่มตามค่าความยาก เพื่อนำไปใช้สุ่มในการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน

## 2. การสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน

2.1 การสร้างแบบทดสอบแยกกลุ่ม ทำโดยการสุ่มข้อสอบจากข้อ 1.9 โดยยึดค่าความยากที่อยู่ในช่วง  $-0.6194$  ถึง  $0.6812$  มาจำนวน 20 ข้อ แล้วสุ่มปรับค่า โคลงอินฟอร์เมชันเพื่อให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการ

2.2 การสร้างแบบทดสอบหลัก ทำโดยการสุ่มข้อสอบจากข้อ 1.9 โดยยึดค่าความยากเป็นหลัก คือ ชุดที่ 1 สุ่มข้อสอบให้ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากจาก  $-2.4533$  ถึง  $0.8765$  ชุดที่ 2 สุ่มข้อสอบให้ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากจาก  $-0.7906$  ถึง  $1.7110$  ชุดที่ 3 สุ่มข้อสอบให้ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากจาก  $1.4614$  ถึง  $2.2523$  ชุดที่ 4 สุ่มข้อสอบให้ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากจาก  $1.9383$  ถึง  $2.9984$  แล้วปรับค่า โคลงอินฟอร์เมชัน

3. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบและจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

4. นำแบบทดสอบสองชั้นตอนไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2

5. นำผลที่ได้จากการสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความสามารถของนักเรียน ( $\theta$ )

6. หาค่าสหสัมพันธ์ของค่าความสามารถของนักเรียน ( $\theta$ ) ที่ประมาณโดยวิธี

ต่าง ๆ 3 วิธีคือ

6.1 หาโดยการใส่โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิส (๑<sub>1</sub>)

6.2 หาโดยการใส่ค่าความยาก (b<sub>0</sub>) ของข้อที่ยากที่สุดที่นักเรียน

ตอบถูก (๑<sub>2</sub>)

6.3 หาโดยการใส่ค่าความยากเฉลี่ยของทุกข้อที่นักเรียนตอบถูก (๑<sub>3</sub>)

7. จัดทำมาตราคะแนนความสามารถของนักเรียนที่เป็นมาตรฐานเพื่อใช้คู่กับแบบทดสอบสองชั้นตอน

### ลักษณะของแบบทดสอบในการวิจัย

แบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบสองชั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากกลุ่มข้อสอบ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ จะมีแบบทดสอบแยกกลุ่ม 20 ข้อ และมีแบบทดสอบหลัก 4 ชุด ๆ ละ 30 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้มี 2 ชุด เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ให้นักเรียนทำแบบทดสอบชุดที่ 1 ซึ่งมีจำนวน 20 ข้อก่อน แล้วผู้ดำเนินการสอบจะจัดตรวจให้คะแนนแล้วจึงจะแจกแบบทดสอบชุดที่ 2 ซึ่งมีจำนวน 30 ข้อให้ทำ ขอให้นักเรียนตั้งใจทำให้เต็มความสามารถ และอย่าพยายามเดาคำถาม ควรใช้ความถี่ตัวอย่างรอบคอบ

ตัวอย่างข้อสอบ

(๐) เด็กคนหนึ่งยืนอยู่บนตาชั่งซึ่งวางอยู่ในลิฟท์ เด็กคนนี้มีมวล 50 กิโลกรัม ถ้าลิฟท์กำลังเคลื่อนที่ลงด้วยความหน่วง 2 เมตร/วินาที<sup>2</sup> ตาชั่งจะอ่านน้ำหนักเด็กได้กี่นิวตัน

- ก. 50
- ข. 100
- ค. 400
- ง. 500
- จ. 600

คำตอบคือ ข้อ ค

(๐๐) กระจุกที่มีมวล 0.05 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็ว 400 เมตร/วินาที เจาะเข้าไปในเนื้อไม้ ซึ่งตรึงแน่นเป็นระยะทาง 0.1 เมตร สมมติว่าแรงต้านทานของเนื้อไม้คงที่ จงหาแรงต้านทานของเนื้อไม้

- ก. 0.5 นิวตัน
- ข. 20 นิวตัน
- ค. 40 นิวตัน
- ง. 2000 นิวตัน
- จ. 40,000 นิวตัน

คำตอบคือ ข้อ จ

การตรวจให้คะแนนและประมาณค่าความสามารถ

1. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด โดยให้ข้อถูกเป็น 1 คะแนน ข้อผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน
2. จากคะแนนในข้อ 1 นำไปประมาณค่าความสามารถ 3 วิธีคือ
  - 2.1 ประมาณค่าความสามารถโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์

2.2 ประมวลค่าความสามารถโดยใช้ค่าความยากของข้อที่ยากที่สุดที่นักเรียน

ตอบถูก

2.3 ประมวลค่าความสามารถโดยใช้ค่าความยากเฉลี่ยจากทุกข้อที่นักเรียน

ตอบถูก

### วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยไปติดต่อกับโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อ

กำหนดเวลาสอบ

2. เตรียมการดำเนินการสอบ ชี้แจงกรรมการคุมสอบ เตรียมห้องสอบ

3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบทั้ง 4

ฉบับ สอบกับทุกโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง โดยทุกฉบับจะถูกสอบโดยนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง  
เท่า ๆ กัน

4. นำแบบทดสอบสองชั้นตอนที่จัดเตรียมอย่างดีแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

จำนวน 743 คน เพื่อศึกษาผลการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. หาค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์การเดา

ของแบบทดสอบ ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป  
LOGIST 5

3. หาค่าไค์งอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ โดยโปรแกรมภาษาเบสิก ตัดแปลง

โดย ชัชชัย เผ่าพงศ์ ซึ่งใช้สูตรการคำนวณของ เบิร์นบอม (ผจญจิต อินทสุวรรณ  
อ้างอิงมาจาก Burnbaum. 1968)

4. หาค่าประมาณระดับความสามารถทางการเรียน (๑) ของนักเรียนแต่ละคน

จากคะแนนการตอบแบบทดสอบสองชั้นตอนตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามที่ใช้พารามิเตอร์  
3 ตัว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LOGIST 5

5. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของนักเรียนจากการประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ ด้วยสูตร เพียร์สัน โปรดักต์ โมเมนต์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 84)

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

เมื่อ  $r_{xy}$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  
 $X$  แทน ค่าความสามารถของนักเรียนจากการประมาณโดยวิธีที่ 1  
 $Y$  แทน ความสามารถของนักเรียนจากการประมาณโดยอีกวิธีหนึ่ง  
 $N$  แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

6. ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้  $t$  - test  
 (ชูกรี วงศ์รัตนะ 2525 : 325)

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

เมื่อ  $r$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อต่าง ๆ ไว้ดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียน
a	แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
b	แทน ความยากของข้อสอบ
c	แทน ค่าการ เตาะของข้อสอบ
$\rho$	แทน ความสามารถทางการ เรียนของนักเรียน
$\theta_1$	แทน ความสามารถทางการ เรียนของนักเรียนที่คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิส 5
$\theta_2$	แทน ความสามารถทางการ เรียนของนักเรียนที่คิดจากค่าความยากข้อที่สูงสุดที่นักเรียนตอบถูก
$\theta_3$	แทน ความสามารถทางการ เรียนของนักเรียนที่คิดโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากค่าความยากของข้อสอบที่นักเรียนตอบถูกต้องทั้งหมด
$\bar{\theta}$	แทน ความสามารถเฉลี่ย
s	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$r_{\theta_1\theta_2}$	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $\theta_1$ กับ $\theta_2$
$r_{\theta_1\theta_3}$	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $\theta_1$ กับ $\theta_3$
$r_{\theta_2\theta_3}$	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $\theta_2$ กับ $\theta_3$
ICC	แทน ความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
TESTIN	แทน อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ
ITEMIN	แทน อินฟอร์เมชันของข้อสอบ

## การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองสอบครั้งที่ 1

- 1.1 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ จากการสอบครั้งที่ 1
- 1.2 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบแยกกลุ่ม
- 1.3 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1
- 1.4 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2
- 1.5 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3
- 1.6 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4
- 1.7 อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ

ตอนที่ 2 การทดลองสอบครั้งที่ 2

- 2.1 จำนวนนักเรียนที่แยกโดยแบบทดสอบแยกกลุ่ม
- 2.2 ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสามารถ

ของนักเรียนจากการคำนวณ 3 วิธี

- 2.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการเรียนที่คำนวณ

โดยวิธีต่าง ๆ 3 วิธี

- 2.4 ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบแบบทดสอบหลักถูก

กับความสามารถของนักเรียน

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การทดลองสอบครั้งที่ 1

จากการนำข้อสอบจำนวน 170 ข้อ ไปทดลองสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 717 คน แล้ววิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิส 5 (Wingerskey, M.S. and Barton, M.A. and Lord, F.M. 1982) ได้ค่าพารามิเตอร์ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ  
จากการทดสอบครั้งที่ 1

ข้อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
(ฉบับที่ 1) 1	0.30073	1.67322	0.11449	เลือกไว้
2	1.15553	0.72058	0.30144	คัดออก
3	0.34525	1.68390	0.11449	เลือกไว้
4	0.48272	0.69496	0.11449	เลือกไว้
5	0.59672	1.83520	0.33237	คัดออก
6	0.34963	2.05590	0.11449	เลือกไว้
7	0.75117	-1.27304	0.11449	เลือกไว้
8	0.55240	1.46146	0.00000	เลือกไว้
9	0.47795	0.41473	0.11449	เลือกไว้
10	1.52542	2.27488	0.19321	เลือกไว้
11	0.30075	0.53220	0.11449	เลือกไว้
12	0.32248	-0.21632	0.11449	เลือกไว้
13	0.32634	0.30169	0.11449	เลือกไว้
14	2.00000	3.27583	0.26309	คัดออก
15	0.42889	1.68080	0.11449	เลือกไว้
16	0.08601	11.66152	0.00000	คัดออก
17	0.79721	2.28961	0.34267	คัดออก
18	0.33520	7.06812	0.21883	คัดออก
19	1.09523	2.04144	0.14210	เลือกไว้
20	0.38311	2.87464	0.11449	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
21	0.43415	27.39006	0.21457	คัดออก
22	0.39936	5.30179	0.16506	คัดออก
23	0.33053	6.73380	0.10436	คัดออก
24	1.75161	2.26542	0.13313	เลือกไว้
25	2.00000	4.12903	0.20447	คัดออก
26	1.16617	2.74866	0.09724	เลือกไว้
27	0.44893	-1.66071	0.11449	เลือกไว้
28	1.06522	3.77773	0.20065	คัดออก
29	0.49547	4.42687	0.05107	คัดออก
30	0.39189	1.31792	0.11449	เลือกไว้
31	0.60482	5.20061	0.10024	คัดออก
32	0.30120	0.34298	0.11449	เลือกไว้
33	0.58615	-0.82674	0.11449	เลือกไว้
34	0.61186	1.85685	0.19279	เลือกไว้
35	0.40740	1.96447	0.11449	เลือกไว้
36	0.44771	2.13284	0.19093	เลือกไว้
37	0.59948	0.27653	0.11449	เลือกไว้
38	2.00000	2.19006	0.08357	เลือกไว้
39	0.65448	0.92015	0.15120	เลือกไว้
40	0.88410	2.79656	0.19562	เลือกไว้
41	0.43228	-1.09449	0.11449	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
42	2.00000	2.88023	0.26296	เลือกไว้
43	1.13691	1.00216	0.33194	คัดออก
44	0.83231	1.08721	0.13148	เลือกไว้
45	0.07276	12.23370	0.11449	คัดออก
46	0.35348	4.09702	0.00000	คัดออก
47	0.87839	1.89309	0.11286	เลือกไว้
48	0.15919	7.94412	0.11449	คัดออก
49	2.00000	6.42003	0.07563	คัดออก
50	0.77335	0.73627	0.36984	คัดออก
(ฉบับที่ 2) 1	0.50484	-0.44898	0.04275	เลือกไว้
2	0.56804	-1.37757	0.00000	เลือกไว้
3	0.32021	-0.78373	0.09407	เลือกไว้
4	0.71272	-0.90984	0.06820	เลือกไว้
5	0.71306	-0.21716	0.00000	เลือกไว้
6	0.56350	2.01547	0.37814	คัดออก
7	1.38911	1.60488	0.13731	เลือกไว้
8	0.39730	-1.95814	0.00000	เลือกไว้
9	0.83796	0.85852	0.12166	เลือกไว้
10	0.38955	-0.14290	0.00000	เลือกไว้
11	0.64559	2.12324	0.22270	เลือกไว้
12	0.53750	0.98474	0.00000	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
13	0.49174	-0.56521	0.00000	เลือกไว้
14	1.07690	2.69410	0.30858	คัดออก
15	0.92729	1.93837	0.26298	เลือกไว้
16	0.10833	6.31690	0.05081	คัดออก
17	0.44908	4.66332	0.21066	คัดออก
18	1.30628	1.54945	0.25371	เลือกไว้
19	0.36975	6.39471	0.31785	คัดออก
20	0.53786	1.53692	0.05399	เลือกไว้
21	2.00000	3.47979	0.01855	คัดออก
22	0.28148	7.41423	0.24643	คัดออก
23	1.01003	1.57115	0.13278	เลือกไว้
24	0.64756	3.28307	0.04326	คัดออก
25	0.94702	0.62924	0.49626	คัดออก
26	1.32298	1.85148	0.23722	เลือกไว้
27	0.83177	-0.21918	0.41861	คัดออก
28	0.41190	4.09278	0.22170	คัดออก
29	0.40736	2.80473	0.14687	เลือกไว้
30	0.59510	2.47873	0.03959	เลือกไว้
31	2.00000	3.40605	0.15934	คัดออก
32	1.36625	1.56336	0.35535	คัดออก
33	1.27525	1.81980	0.11238	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
34	2.00000	1.82559	0.10703	เลือกไว้
35	1.19305	0.42761	0.14791	เลือกไว้
36	0.84882	0.31524	0.19449	เลือกไว้
37	0.56090	0.50119	0.19584	เลือกไว้
38	0.46459	1.93435	0.03470	เลือกไว้
39	1.02745	1.56120	0.35826	คัดออก
40	1.70366	0.68201	0.17571	เลือกไว้
41	1.25240	2.03046	0.23594	เลือกไว้
42	0.84796	0.87657	0.11578	เลือกไว้
43	2.00000	3.38464	0.16805	คัดออก
44	0.57750	3.36391	0.22260	คัดออก
45	0.34525	1.72636	0.16421	เลือกไว้
46	0.90651	2.96449	0.14177	เลือกไว้
47	1.29446	3.71482	0.19739	คัดออก
48	2.00000	3.92322	0.13295	คัดออก
49	0.72137	3.24127	0.25300	คัดออก
50	0.51370	3.55077	0.24102	คัดออก
(ฉบับที่ 3) 1	0.75511	-0.79067	0.11606	เลือกไว้
2	1.54769	1.27456	0.29028	เลือกไว้
3	0.31000	0.42399	0.17105	เลือกไว้
4	0.46447	-1.44582	0.11606	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
5	0.87091	15.26746	0.11718	คัดออก
6	0.75047	-0.61944	0.11606	เลือกไว้
7	1.17010	-0.10607	0.35964	คัดออก
8	0.92097	1.73717	0.27395	เลือกไว้
9	0.68188	-0.89830	0.11606	เลือกไว้
10	1.94583	2.45330	0.15486	เลือกไว้
11	1.99383	2.57213	0.04851	เลือกไว้
12	0.71835	3.50274	0.16972	คัดออก
13	1.93372	3.89085	0.13839	คัดออก
14	0.72548	1.28420	0.16857	เลือกไว้
15	0.70296	2.78380	0.09266	เลือกไว้
16	1.13326	0.51140	0.45056	คัดออก
17	0.76940	1.71105	0.13460	เลือกไว้
18	1.62049	2.75730	0.16692	เลือกไว้
19	0.73874	0.81875	0.06912	เลือกไว้
20	1.83754	2.99845	0.15439	เลือกไว้
21	1.74261	3.64073	0.39136	คัดออก
22	2.00000	2.63597	0.21470	เลือกไว้
23	1.07484	0.81345	0.10703	เลือกไว้
24	0.39174	1.34886	0.11606	เลือกไว้
25	1.01772	1.73168	0.10623	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
26	0.08361	17.16681	0.00000	กั้ดออก
27	—	—	—	—
28	0.52915	2.29931	0.12413	เลือกไว้
29	0.87842	3.14563	0.15093	กั้ดออก
30	0.51691	-1.34828	0.11606	เลือกไว้
31	0.94536	2.69574	0.15421	เลือกไว้
32	0.52489	4.31115	0.09503	กั้ดออก
33	0.94130	1.77424	0.32592	กั้ดออก
34	0.62498	1.90956	0.18830	เลือกไว้
35	2.00000	6.59243	0.03652	กั้ดออก
36	0.35341	1.22573	0.11606	เลือกไว้
37	1.00290	4.27756	0.02516	กั้ดออก
38	0.63840	2.34279	0.12718	เลือกไว้
39	0.41609	3.49645	0.07410	กั้ดออก
40	0.99895	2.83702	0.17392	เลือกไว้
41	0.38813	1.35375	0.11606	เลือกไว้
42	0.84408	0.46758	0.16116	เลือกไว้
43	0.47171	3.51347	0.07102	กั้ดออก
44	0.09956	3.93234	0.11606	กั้ดออก
45	0.52055	2.17524	0.09767	เลือกไว้
46	0.57186	2.25231	0.08352	เลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
47	0.39909	2.67679	0.15032	เลือกไว้
48	0.22632	6.42400	0.11606	คัดออก
49	0.54845	1.63687	0.19654	เลือกไว้
50	0.34834	-1.80200	0.11606	เลือกไว้
(ฉบับที่ 4) 1	1.38097	-0.81946	0.15000	เลือกไว้
2	0.65109	-1.98992	0.15000	เลือกไว้
3	0.39934	-1.54086	0.00000	เลือกไว้
4	0.62822	-1.88923	0.00000	เลือกไว้
5	0.99790	-2.16101	0.00000	เลือกไว้
6	0.35337	-4.76014	0.00000	คัดออก
7	1.01522	-0.47611	0.07898	เลือกไว้
8	0.82399	0.29912	0.42427	คัดออก
9	0.67230	0.68127	0.13427	เลือกไว้
10	1.31644	0.04283	0.00899	เลือกไว้
11	0.63364	-0.81898	0.00000	เลือกไว้
12	0.58098	-0.89956	0.00000	เลือกไว้
13	0.52882	0.84297	0.00000	เลือกไว้
14	0.57629	-1.49932	0.20994	เลือกไว้
15	0.75027	0.96438	0.21604	เลือกไว้
16	1.49694	0.41895	0.47546	คัดออก

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อ	พารามิเตอร์ของแบบทดสอบ			หมายเหตุ
	a	b	c	
17	1.12384	-0.72285	0.24086	เลือกไว้
18	0.89992	-0.34827	0.00000	เลือกไว้
19	0.41471	-0.03983	0.14841	เลือกไว้
20	1.03692	2.45742	0.11440	เลือกไว้

จากตาราง 2 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบทั้งหมด 4 ฉบับ ข้อสอบ 170 ข้อ คัดเลือกไว้ 110 ข้อ โดยเลือกจากข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่า 0.3 ค่าความยากอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 และค่าการแตกต่ำกว่า 0.3

เมื่อทดสอบครั้งที่ 1 ได้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อแล้วใช้ค่าความยากเป็นหลักในการจัดข้อสอบเข้าเป็นแบบทดสอบลองขั้นตอน ซึ่งมีแบบทดสอบแยกกลุ่ม จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบหลักอีก 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ ดังแสดงในตาราง 3, 4, 5, 6 และ 7

ตาราง 3 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบแยกกลุ่ม

ข้อที่	พารามิเตอร์			ข้อที่	พารามิเตอร์		
	a	b	c		a	b	c
1	0.7504	-0.6194	0.1160	11	0.3226	0.3106	0.1144
2	0.4917	-0.5652	0.0000	12	0.8488	0.3152	0.1944
3	1.0152	-0.4761	0.0789	13	0.3012	0.3429	0.1144
4	0.5048	-0.4489	0.0427	14	0.4779	0.4147	0.1144
5	0.8999	-0.3482	0.0000	15	0.3100	0.4239	0.1710
66	0.7130	-0.2171	0.0000	16	1.1930	0.4276	0.1479
7	0.3224	-0.2163	0.1144	17	0.8440	0.4675	0.1611
8	0.3595	-0.1429	0.0000	18	0.5609	0.5011	0.1958
9	0.4147	-0.0398	0.1484	19	0.3007	0.5322	0.1144
10	0.5994	+0.2765	0.1144	20	0.6723	0.6812	0.1342
				MEAN	0.6006	0.0810	0.1038
				S.D.	0.2698	0.4217	0.0639

จากตาราง 3 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบแยกกลุ่ม จะยึดค่าความยากเป็นหลัก โดยค่าความยากจะอยู่ระหว่าง -0.6194 ถึง 0.6812 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3100 ถึง 1.1930 และค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.1958 ค่าอำนาจจำแนกสูงสุดคือข้อ 16 มีค่า 1.1930 และค่าการเดาค่าสุดคือข้อ 2, 5, 6 และ 8 มีค่าเท่ากับ 0.0000

ตาราง 4 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1

ข้อที่	พารามิเตอร์			ข้อที่	พารามิเตอร์		
	a	b	c		a	b	c
1	1.9458	-2.4533	0.1548	16	0.5809	-0.8995	0.0000
2	0.9979	-2.1610	0.0000	17	0.6818	-0.8983	0.1160
3	0.6510	-1.9899	0.1500	18	0.5861	-0.8267	0.1144
4	0.3973	-1.9581	0.0000	19	1.3809	-0.8194	0.1500
5	0.6882	-1.8892	0.0000	20	0.6336	-0.8189	0.0000
6	0.3483	-1.8020	0.1160	21	0.7551	-0.7906	0.1160
7	0.4489	-1.6607	0.1144	22	0.3202	-0.7837	0.0940
8	0.3993	-1.5408	0.0000	23	1.1238	-0.7228	0.2408
9	0.5762	-1.4993	0.2099	24	1.7036	0.6820	0.1757
10	0.4644	-1.4458	0.1160	25	0.4827	0.6949	0.1144
11	0.5680	-1.3775	0.0000	26	1.0748	0.8134	0.1070
12	0.5169	-1.3482	0.1160	27	0.7387	0.8187	0.0691
13	0.7511	-1.2730	0.1144	28	0.5288	0.8429	0.0000
15	0.4322	-1.0944	0.1144	29	0.8379	0.8585	0.1216
15	0.7127	-0.9098	0.0682	30	0.8479	0.8765	0.1157
				MEAN	0.7392	-0.8459	0.0936
				S.D.	0.3829	1.0266	0.0668

จากตาราง 4 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 จะได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง -2.4533 ถึง 0.8765 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3202 ถึง 1.9458 และค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.2408 ค่าอำนาจจำแนกสูงสุดข้อ 1 มีค่าเท่ากับ 1.9458 และค่าการเดาต่ำสุดคือข้อ 4, 5, 8, 20 และ 28 มีค่าเท่ากับ 0.0000

ตาราง 5 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2

ข้อที่	พารามิเตอร์			ข้อที่	พารามิเตอร์		
	a	b	c		a	b	c
1	0.6544	0.9201	0.1512	16	0.5484	1.6368	0.1965
2	0.7502	0.9643	0.2160	17	0.3007	1.6732	0.1144
3	0.5375	0.9847	0.0000	18	0.4288	1.6808	0.1144
4	0.3323	1.0872	0.1314	19	0.3452	1.6839	0.1144
5	0.3534	1.2257	0.1160	20	0.7694	1.7110	0.1346
6	1.5476	1.2745	0.2902	21	0.7551	-0.7906	0.1160
7	0.7254	1.2842	0.1685	22	0.3202	-0.7837	0.0940
8	0.3918	1.3179	0.1144	23	1.1238	-0.7228	0.2408
9	0.3917	1.3488	0.1160	24	1.7036	0.6820	0.1757
10	0.3881	1.3537	0.1160	25	0.4827	0.6949	0.1144
11	0.5524	1.4614	0.0000	26	1.0748	0.8134	0.1070
12	0.5378	1.5369	0.0539	27	0.7387	0.8187	0.0691
13	1.3062	1.5494	0.2537	28	0.5288	0.8429	0.0000
14	1.0100	1.5711	0.1327	29	0.8379	0.8585	0.1216
15	1.3891	1.6048	0.1373	30	0.8479	0.8765	0.1157
				MEAN	0.7225	1.0387	0.1437
				S.D.	0.3826	0.6946	0.0999

จากตาราง 5 ค่าพารามิเตอร์ข้อแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 จะได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.7906 ถึง 1.7110 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3007 ถึง 1.7036 และค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.2408 ค่าอำนาจจำแนกสูงสุดคือข้อ 24 มีค่าเท่ากับ 1.7036 และค่าการเดาค่าต่ำสุดคือข้อ 3, 11 และ 28 มีค่าเท่ากับ 0.0000

ตาราง 6 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3

ข้อ	พารามิเตอร์			ข้อ	พารามิเตอร์		
	a	b	c		a	b	c
1	0.3452	1.7263	0.1642	16	0.5484	1.6368	0.1965
2	1.0177	1.7316	0.1062	17	0.3007	1.6732	0.1144
3	0.9209	1.7371	0.2739	18	0.4288	1.6808	0.1144
4	1.2752	1.8198	0.1123	19	0.3452	1.6839	0.1144
5	2.0000	1.8255	0.1070	20	0.7694	1.7110	0.1346
6	1.3229	1.8514	0.2372	21	0.9272	1.9383	0.2629
7	0.6118	1.8568	0.1927	22	0.4074	1.9644	0.1144
8	0.8783	1.8930	0.1128	23	1.2524	2.0304	0.2359
9	0.6249	1.9095	0.1883	24	1.0952	2.0414	0.1421
10	0.4645	1.9343	0.0347	25	0.3456	2.0559	0.1144
11	0.5524	1.4614	0.0000	26	0.6455	2.1232	0.2227
12	0.5378	1.5369	0.0539	27	0.4477	2.1328	0.1909
13	1.3052	1.5494	0.2537	28	0.5205	2.1752	0.0976
14	1.0100	1.5711	0.1327	29	2.0000	2.1900	0.0835
15	1.3891	1.6048	0.1373	30	0.5718	2.2523	0.0835
				MEAN	0.8289	1.8433	0.1443
				S.D.	0.4619	0.2161	0.0684

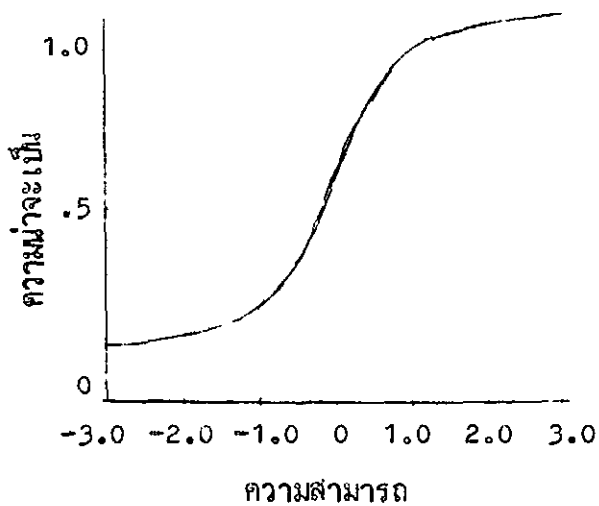
จากตาราง 6 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 จะให้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 1.4614 ถึง 2.2523 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3007 ถึง 2.0000 และค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.2739 ค่าอำนาจจำแนกสูงสุดคือข้อ 5 และ 29 มีค่าเท่ากับ 2.0000 และค่าการเดาค่ำสุดคือข้อ 11 มีค่าเท่ากับ 0.0000

ตาราง 7 แสดงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4

ข้อ	พารามิเตอร์			ข้อ	พารามิเตอร์		
	a	b	c		a	b	c
1	1.7516	2.2654	0.1331	16	0.9989	2.8370	0.1739
2	1.5254	2.2748	0.1932	17	0.3831	2.8746	0.1144
3	0.5291	2.2993	0.1241	18	2.000	2.8802	0.2629
4	0.6384	2.3427	0.1271	19	0.9065	2.9644	1.1417
5	1.0369	2.4574	1.1144	20	1.8375	1.9984	1.1543
6	0.5951	2.4787	0.0395	21	0.9272	1.9383	0.2629
7	1.9938	2.5721	0.0485	22	0.4074	1.9644	0.1144
8	2.0000	2.6359	0.2147	23	1.2524	2.0304	0.2359
9	0.3990	2.6767	0.1503	24	1.0952	2.0414	0.1421
10	0.9453	2.6957	0.1542	25	0.3496	2.0559	0.1144
11	1.1661	2.7488	0.0972	26	0.6445	2.1232	0.2227
12	1.6204	2.7573	0.1669	27	0.4477	2.1328	0.1909
13	0.7029	2.7838	0.0920	28	0.5205	2.1752	0.0976
14	0.8841	2.7965	0.1956	29	2.0000	2.1900	0.0835
15	0.4073	2.8047	0.1468	30	0.5718	2.2523	0.0835
				MEAN	1.0179	2.4683	0.1464
				S.D.	0.5679	0.3352	0.0574

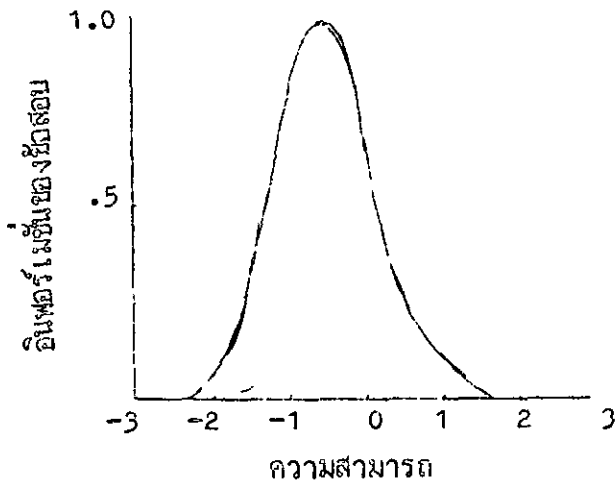
จากตาราง 7 ค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 จะได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 1.9383 ถึง 2.9984 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3496 ถึง 2.000 และค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0.0395 ถึง 0.2629 ค่าอำนาจจำแนกสูงสุดคือข้อ 8, 18 และ 29 มีค่าเท่ากับ 2.0000 และค่าการเดาต่ำสุดคือข้อ 6 มีค่าเท่ากับ 0.0395

จากค่าพารามิเตอร์ซึ่งกำหนดได้จากโปรแกรมโลจิส 5 ทั้ง 3 ค่าของข้อสอบแต่ละข้อ ในแบบทดสอบแต่ละฉบับนำไปคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการตอบที่ค่าความสามารถต่าง ๆ แล้วนำไปเขียนกราฟแสดงโค้งลักษณะข้อสอบแต่ละข้อ และกราฟแสดงอินฟอร์เมชันของข้อสอบแต่ละข้อ ทั้งแสดงในภาพประกอบ 5 และ 6 (รายละเอียดแต่ละข้อ ดูภาพผนวก ข, และ ค)



ภาพประกอบ 5 แสดงโค้งลักษณะข้อสอบ

จากภาพประกอบ 5 ข้อสอบข้อนี้มีค่าอำนาจจำแนกดี เพราะกราฟมีค่าความชันสูง ส่วนค่าความยากต่ำ เพราะจุดเปลี่ยนโค้งอยู่ที่ความสามารถระหว่าง  $-1.0$  ถึง  $0$  และข้อสอบข้อนี้โอกาสเดาตอบถูก เพราะที่ความสามารถ  $-3$  กราฟยังไม่ได้ตัดแกนนอน



ภาพประกอบ 6 แสดงอินฟอร์เมชันของข้อสอบ

จากภาพประกอบ 6 ข้อสอบข้อนี้จะใช้ได้กับผู้มีความสามารถระหว่าง  $-1.5$  ถึง  $0.5$  และข้อสอบข้อนี้จะให้ผลการสอบที่ดี เพราะค่าอินฟอร์เมชันสูงถึง 1

เพื่อความถูกต้องและแน่นอนของค่าความสามารถที่ประมาณจากแบบทดสอบ เราจึงใช้ค่าอินฟอร์เมชันของข้อสอบมาใช้ในการจัดแบบทดสอบ ให้มีอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบที่ระดับของความสามารถที่เราต้องการได้ ดังตารางแสดงค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบในตารางที่ 8, 9, 10, 11 และ 12

ตาราง 8 ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบแยกกลุ่ม

TEST INFORMATION CURVE

THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN
-3.000000	0.409330	-1.500000	1.766470	0.000000	4.266530	1.500000	2.369890
-2.950000	0.428644	-1.450000	1.850880	0.050000	4.296130	1.550000	2.277030
-2.900000	0.446989	-1.400000	1.937910	0.100000	4.318430	1.600000	2.186820
-2.850000	0.474426	-1.350000	2.027390	0.150000	4.333000	1.650000	2.099360
-2.800000	0.493023	-1.300000	2.119140	0.200000	4.339690	1.700000	2.014730
-2.750000	0.516899	-1.250000	2.212950	0.250000	4.338020	1.750000	1.932980
-2.700000	0.541979	-1.200000	2.308580	0.300000	4.327830	1.800000	1.854110
-2.650000	0.568490	-1.150000	2.405750	0.350000	4.308980	1.850000	1.778140
-2.600000	0.596466	-1.100000	2.504160	0.400000	4.281410	1.900000	1.705020
-2.550000	0.625991	-1.050000	2.603500	0.450000	4.245170	1.950000	1.634740
-2.500000	0.657154	-1.000000	2.703410	0.500000	4.200420	2.000000	1.567240
-2.450000	0.690050	-0.950000	2.803550	0.550000	4.147430	2.050000	1.502460
-2.400000	0.724774	-0.900000	2.903540	0.600000	4.086580	2.100000	1.440330
-2.350000	0.761423	-0.850000	3.003000	0.650000	4.018340	2.150000	1.380780
-2.300000	0.800099	-0.800000	3.101550	0.700000	3.943270	2.200000	1.323740
-2.250000	0.840903	-0.750000	3.198910	0.750000	3.862000	2.250000	1.269120
-2.200000	0.883938	-0.700000	3.294420	0.800000	3.775240	2.300000	1.216840
-2.150000	0.929303	-0.650000	3.387990	0.850000	3.683720	2.350000	1.166820
-2.100000	0.977098	-0.600000	3.479180	0.900000	3.588180	2.400000	1.118970
-2.050000	1.027420	-0.550000	3.567640	0.950000	3.489380	2.450000	1.073210
-2.000000	1.080360	-0.500000	3.653030	1.000000	3.388670	2.500000	1.029450
-1.950000	1.136000	-0.450000	3.735040	1.050000	3.284950	2.550000	0.987622
-1.900000	1.194420	-0.400000	3.813340	1.100000	3.180710	2.600000	0.947635
-1.850000	1.255600	-0.350000	3.887610	1.150000	3.075970	2.650000	0.909413
-1.800000	1.319840	-0.300000	3.957530	1.200000	2.971310	2.700000	0.872882
-1.750000	1.386930	-0.250000	4.022780	1.250000	2.867250	2.750000	0.837966
-1.700000	1.456980	-0.200000	4.083020	1.300000	2.764240	2.800000	0.804596
-1.650000	1.529990	-0.150000	4.137880	1.350000	2.662690	2.850000	0.772701
-1.600000	1.605940	-0.100000	4.187020	1.400000	2.562930	2.900000	0.742216
-1.550000	1.684790	-0.050000	4.230030	1.450000	2.465250	2.950000	0.713076
-1.500000	1.766470	0.000000	4.266530	1.500000	2.369890	3.000000	0.685221

จากตาราง 8 จะแสดงค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ เมื่อระดับความสามารถ (THETA) เปลี่ยนไป ซึ่งจะกำหนดให้ค่าความสามารถเปลี่ยนไปครั้งละ 0.05 ซึ่งแบบทดสอบแยกกลุ่มนี้ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดเท่ากับ 4.33969 ที่ระดับความสามารถ 0.2000 คือแบบทดสอบนี้ใช้ได้กับคนที่มีความสามารถใกล้เคียงกับ 0.2000 นี้

ตาราง 9 ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลัก ฉบับที่ 1

TEST INFORMATION CURVE

THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN
-3.000000	2.575000	-1.500000	3.092000	0.000000	3.321400	1.500000	3.359700
-2.950000	2.704330	-1.450000	3.140000	0.050000	3.316410	1.550000	3.200070
-2.900000	3.008310	-1.400000	3.195640	0.100000	3.323230	1.600000	3.047750
-2.850000	3.246000	-1.350000	3.257360	0.150000	3.341060	1.650000	2.900550
-2.800000	3.493480	-1.300000	3.323690	0.200000	3.369260	1.700000	2.759370
-2.750000	3.745910	-1.250000	3.392940	0.250000	3.406350	1.750000	2.624200
-2.700000	3.997560	-1.200000	3.463350	0.300000	3.450180	1.800000	2.494980
-2.650000	4.241050	-1.150000	3.533080	0.350000	3.497940	1.850000	2.371600
-2.600000	4.471930	-1.100000	3.600250	0.400000	3.546310	1.900000	2.253900
-2.550000	4.681250	-1.050000	3.663040	0.450000	3.591560	1.950000	2.141710
-2.500000	4.864110	-1.000000	3.719710	0.500000	3.629790	2.000000	2.034850
-2.450000	5.016220	-0.950000	3.768690	0.550000	3.657100	2.050000	1.933120
-2.400000	5.135110	-0.900000	3.808620	0.600000	3.669940	2.100000	1.836330
-2.350000	5.220290	-0.850000	3.838430	0.650000	3.665260	2.150000	1.744260
-2.300000	5.273230	-0.800000	3.857390	0.700000	3.640770	2.200000	1.656720
-2.250000	5.297100	-0.750000	3.865100	0.750000	3.595060	2.250000	1.573520
-2.200000	5.296380	-0.700000	3.861570	0.800000	3.527600	2.300000	1.494460
-2.150000	5.276330	-0.650000	3.847170	0.850000	3.439090	2.350000	1.419350
-2.100000	5.242520	-0.600000	3.822650	0.900000	3.330630	2.400000	1.348020
-2.050000	5.200370	-0.550000	3.789110	0.950000	3.204260	2.450000	1.280300
-2.000000	5.150840	-0.500000	3.747900	1.000000	3.062480	2.500000	1.216010
-1.950000	5.110200	-0.450000	3.700660	1.050000	2.908060	2.550000	1.154980
-1.900000	5.069960	-0.400000	3.649200	1.100000	2.743850	2.600000	1.097070
-1.850000	5.036780	-0.350000	3.595470	1.150000	2.572660	2.650000	1.042120
-1.800000	5.012590	-0.300000	3.541510	1.200000	2.397100	2.700000	0.989985
-1.750000	4.998670	-0.250000	3.489350	1.250000	2.219500	2.750000	0.940520
-1.700000	4.995690	-0.200000	3.441020	1.300000	2.041870	2.800000	0.893617
-1.650000	5.003860	-0.150000	3.398420	1.350000	1.865870	2.850000	0.849121
-1.600000	5.023020	-0.100000	3.363320	1.400000	1.692860	2.900000	0.806921
-1.550000	5.052650	-0.050000	3.337240	1.450000	1.523880	2.950000	0.766900
-1.500000	5.092000	0.000000	3.321400	1.500000	1.359700	3.000000	0.728945

จากตาราง 9 จะแสดงค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ ทุก ๆ ระดับความสามารถที่เปลี่ยนไป  
 0.05 แบบทดสอบหลักนี้ มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดเท่ากับ 5.0651 ที่ระดับความสามารถ  
 -0.7500 คือ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 นี้ จะใช้ได้กับคนที่มีความสามารถใด ๆ -0.7500

ตาราง 10 ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2

## ST INFORMATION CURVE

THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN
-3.000000	0.190704	-1.500000	1.047370	0.000000	3.781050	1.500000	8.167820
-2.950000	0.200835	-1.450000	1.109530	0.050000	3.952780	1.550000	8.076590
-2.900000	0.211585	-1.400000	1.174420	0.100000	4.137560	1.600000	7.961910
-2.850000	0.222997	-1.350000	1.241930	0.150000	4.335360	1.650000	7.824780
-2.800000	0.235115	-1.300000	1.311910	0.200000	4.545650	1.700000	7.666680
-2.750000	0.247988	-1.250000	1.384150	0.250000	4.767380	1.750000	7.489440
-2.700000	0.261669	-1.200000	1.458440	0.300000	4.998960	1.800000	7.295260
-2.650000	0.276214	-1.150000	1.534530	0.350000	5.238250	1.850000	7.086540
-2.600000	0.291627	-1.100000	1.612160	0.400000	5.482650	1.900000	6.865830
-2.550000	0.308140	-1.050000	1.691050	0.450000	5.729240	1.950000	6.635720
-2.500000	0.325657	-1.000000	1.770950	0.500000	5.974890	2.000000	6.398810
-2.450000	0.344307	-0.950000	1.851610	0.550000	6.216470	2.050000	6.157550
-2.400000	0.364171	-0.900000	1.932840	0.600000	6.451060	2.100000	5.914260
-2.350000	0.385334	-0.850000	2.014470	0.650000	6.676160	2.150000	5.671050
-2.300000	0.407890	-0.800000	2.096430	0.700000	6.889520	2.200000	5.429800
-2.250000	0.431976	-0.750000	2.178710	0.750000	7.089820	2.250000	5.192120
-2.200000	0.457575	-0.700000	2.261400	0.800000	7.276020	2.300000	4.959400
-2.150000	0.484918	-0.650000	2.344700	0.850000	7.447640	2.350000	4.732740
-2.100000	0.514078	-0.600000	2.428910	0.900000	7.604520	2.400000	4.513040
-2.050000	0.545175	-0.550000	2.514470	0.950000	7.746640	2.450000	4.300970
-2.000000	0.578330	-0.500000	2.601930	1.000000	7.873950	2.500000	4.096980
-1.950000	0.613666	-0.450000	2.691980	1.050000	7.986260	2.550000	3.901390
-1.900000	0.651306	-0.400000	2.785420	1.100000	8.083060	2.600000	3.714330
-1.850000	0.691370	-0.350000	2.883180	1.150000	8.163560	2.650000	3.535950
-1.800000	0.733762	-0.300000	2.986270	1.200000	8.226660	2.700000	3.365870
-1.750000	0.779204	-0.250000	3.095820	1.250000	8.271070	2.750000	3.204230
-1.700000	0.827172	-0.200000	3.212990	1.300000	8.295370	2.800000	3.050720
-1.650000	0.877937	-0.150000	3.338980	1.350000	8.292210	2.850000	2.905070
-1.600000	0.931549	-0.100000	3.474960	1.400000	8.278410	2.900000	2.767000
-1.550000	0.988031	-0.050000	3.622010	1.450000	8.235100	2.950000	2.636170
-1.500000	1.047370	0.000000	3.781050	1.500000	8.167820	3.000000	2.512270

จากตาราง 10 จะแสดงค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 ทุก ๆ ระดับความสามารถ

ที่เปลี่ยนไป 0.05 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 นี้ มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุด เท่ากับ 0.29821

ที่ระดับความสามารถ 1.3500 คือ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 นี้ จะใช้ให้ผู้ที่มีความสามารถใกล้เคียง ๆ

1.3500

ตาราง 11 ค่าอินทรีย์เมอีนของ 4 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2

TEST INFORMATION CURVE

THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN	THETA	TESTIN
3.000000	0.051711	-1.500000	0.236235	0.000000	1.140330	1.500000	10.077700
-2.950000	0.054445	-1.450000	0.248273	0.050000	1.213110	1.550000	10.658600
2.900000	0.057320	-1.400000	0.260917	0.100000	1.292100	1.600000	11.220500
-2.850000	0.060344	-1.350000	0.274200	0.150000	1.377980	1.650000	11.751700
2.800000	0.063525	-1.300000	0.288159	0.200000	1.471510	1.700000	12.240600
-2.750000	0.066870	-1.250000	0.302830	0.250000	1.573500	1.750000	12.675600
2.700000	0.070387	-1.200000	0.318256	0.300000	1.684860	1.800000	13.046200
-2.650000	0.074085	-1.150000	0.334480	0.350000	1.806570	1.850000	13.343300
2.600000	0.077973	-1.100000	0.351550	0.400000	1.939700	1.900000	13.559600
-2.550000	0.082060	-1.050000	0.369519	0.450000	2.085400	1.950000	13.690100
2.500000	0.086356	-1.000000	0.388444	0.500000	2.244900	2.000000	13.732000
-2.450000	0.090871	-0.950000	0.408388	0.550000	2.419510	2.050000	13.684700
2.400000	0.095616	-0.900000	0.429418	0.600000	2.610390	2.100000	13.550000
-2.350000	0.100603	-0.850000	0.451612	0.650000	2.819390	2.150000	13.331900
2.300000	0.105841	-0.800000	0.475051	0.700000	3.047960	2.200000	13.036500
-2.250000	0.111345	-0.750000	0.499828	0.750000	3.297210	2.250000	12.671700
2.200000	0.117127	-0.700000	0.526044	0.800000	3.568850	2.300000	12.247100
-2.150000	0.123201	-0.650000	0.553814	0.850000	3.864360	2.350000	11.773600
2.100000	0.129580	-0.600000	0.583263	0.900000	4.185170	2.400000	11.262700
-2.050000	0.136279	-0.550000	0.614531	0.950000	4.532590	2.450000	10.726000
2.000000	0.143315	-0.500000	0.647775	1.000000	4.907770	2.500000	10.174700
-1.950000	0.150703	-0.450000	0.683172	1.050000	5.311600	2.550000	9.618990
1.900000	0.158461	-0.400000	0.720917	1.100000	5.744600	2.600000	9.067860
-1.850000	0.166606	-0.350000	0.761230	1.150000	6.206790	2.650000	8.528700
1.800000	0.175159	-0.300000	0.804358	1.200000	6.697530	2.700000	8.007330
-1.750000	0.184139	-0.250000	0.850578	1.250000	7.215370	2.750000	7.508030
1.700000	0.193567	-0.200000	0.900200	1.300000	7.757780	2.800000	7.033700
-1.650000	0.203466	-0.150000	0.953572	1.350000	8.321050	2.850000	6.586020
1.600000	0.213860	-0.100000	1.011090	1.400000	8.900110	2.900000	6.165700
-1.550000	0.224774	-0.050000	1.073180	1.450000	9.488350	2.950000	5.772700
1.500000	0.236235	0.000000	1.140330	1.500000	10.077700	3.000000	5.406400

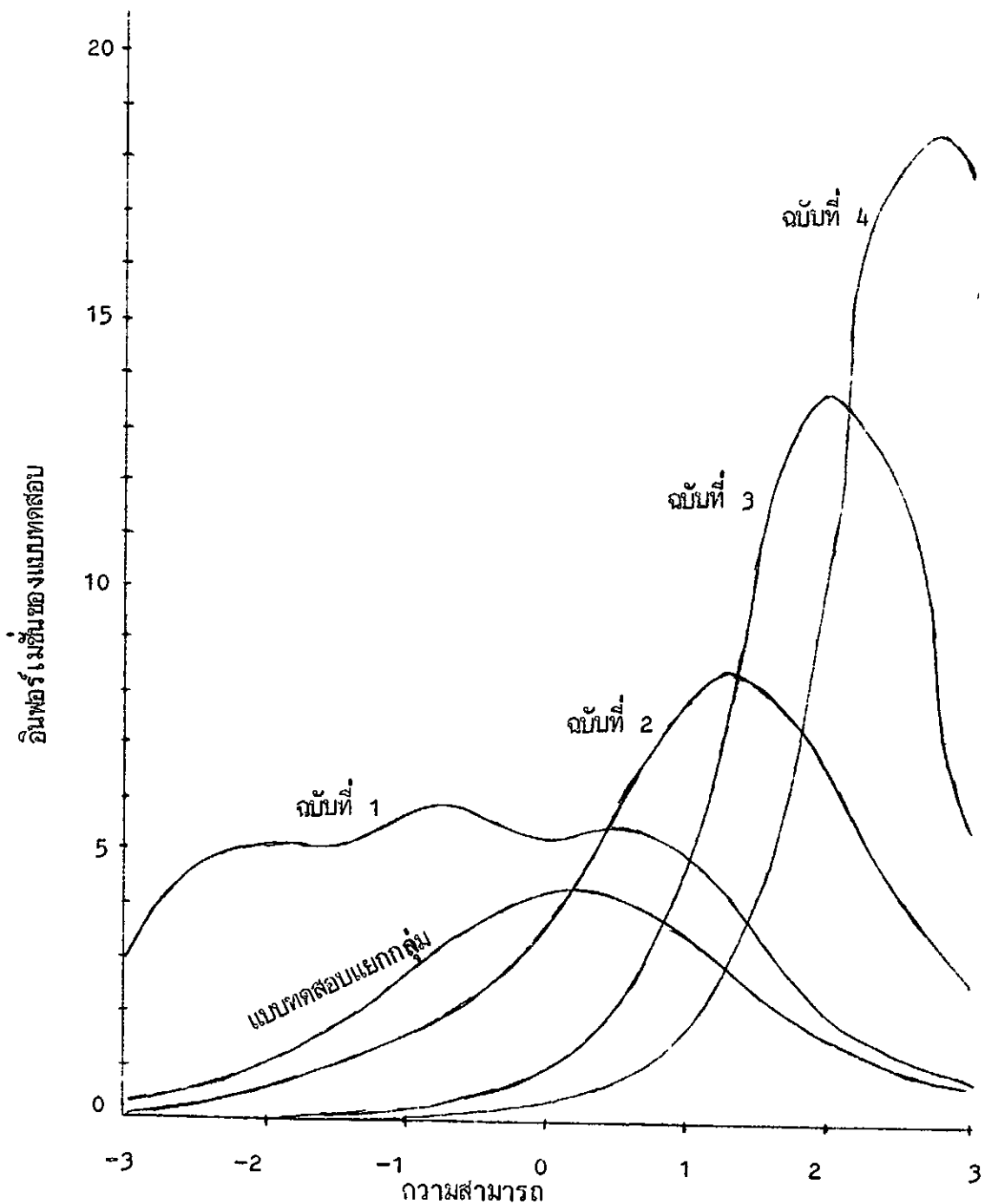
จากตาราง 11 จะแสดงค่าอินทรีย์เมอีนของ 4 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 ทุก ๆ ระดับความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป 0.05 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 นี้ มีค่าอินทรีย์เมอีนของแบบทดสอบสูงสุดเท่ากับ 13.7320 ที่ระดับความสามารถ 2.0000 คือ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 นี้ จะใช้ให้ศึกษาค้นคว้าที่มีความสามารถโดยที่ ๆ 2.0000

**ตาราง 12 ค่าอินทรีย์ในส่วนของแยกสกัดชนิดที่ 4**

TEST INFORMATION CURVE

THETA	TEST IN	THETA	TEST IN	THETA	TEST IN	THETA	TEST IN	THETA	TEST IN
3.040000	0.015257	-1.500000	0.082951	0.060000	0.458678	1.500000	4.300560		
-2.920000	0.016242	-1.450000	0.067810	0.050000	0.486383	1.550000	4.756898		
-2.900000	0.017058	-1.400000	0.042554	0.160000	0.519970	1.600000	5.247190		
-2.850000	0.018008	-1.350000	0.098359	0.150000	0.547648	1.650000	5.621250		
-2.800000	0.019082	-1.300000	0.104163	0.200000	0.581487	1.700000	6.431590		
-2.750000	0.020082	-1.250000	0.110262	0.250000	0.617820	1.750000	7.093080		
-2.700000	0.021324	-1.200000	0.116726	0.300000	0.656548	1.800000	7.802720		
-2.650000	0.022274	-1.150000	0.123552	0.350000	0.698838	1.850000	8.557450		
-2.600000	0.023677	-1.100000	0.130433	0.400000	0.744096	1.900000	9.443300		
-2.550000	0.025259	-1.050000	0.138433	0.450000	0.792964	1.950000	10.460100		
-2.500000	0.026715	-1.000000	0.146528	0.500000	0.845830	2.000000	11.629400		
-2.450000	0.028261	-0.950000	0.155097	0.550000	0.903136	2.050000	12.959000		
-2.400000	0.029897	-0.900000	0.164156	0.600000	0.965780	2.100000	14.464800		
-2.350000	0.031621	-0.850000	0.173748	0.650000	1.033130	2.150000	16.150000		
-2.300000	0.033406	-0.800000	0.183889	0.700000	1.107640	2.200000	18.025000		
-2.250000	0.035240	-0.750000	0.194622	0.750000	1.189460	2.250000	20.100000		
-2.200000	0.037126	-0.700000	0.205982	0.800000	1.278450	2.300000	22.380000		
-2.150000	0.039047	-0.650000	0.218002	0.850000	1.374650	2.350000	24.870000		
-2.100000	0.041985	-0.600000	0.230724	0.900000	1.468160	2.400000	27.580000		
-2.050000	0.044900	-0.550000	0.244092	0.950000	1.559610	2.450000	30.520000		
-2.000000	0.046985	-0.500000	0.258057	1.000000	1.649070	2.500000	33.700000		
-1.950000	0.049134	-0.450000	0.273563	1.050000	1.726860	2.550000	37.140000		
-1.900000	0.051234	-0.400000	0.289569	1.100000	1.793150	2.600000	40.860000		
-1.850000	0.053364	-0.350000	0.306374	1.150000	1.848000	2.650000	44.880000		
-1.800000	0.055505	-0.300000	0.324526	1.200000	1.892500	2.700000	49.220000		
-1.750000	0.057629	-0.250000	0.343677	1.250000	1.926700	2.750000	53.890000		
-1.700000	0.059726	-0.200000	0.363584	1.300000	1.950600	2.800000	58.920000		
-1.650000	0.061786	-0.150000	0.384226	1.350000	1.964300	2.850000	64.330000		
-1.600000	0.063800	-0.100000	0.405484	1.400000	1.967900	2.900000	70.140000		
-1.550000	0.065758	-0.050000	0.427241	1.450000	1.961500	2.950000	76.360000		
-1.500000	0.067651	0.000000	0.449484	1.500000	1.945200	3.000000	83.000000		
-1.450000	0.069470	0.050000	0.472200	1.550000	1.919000	3.050000	90.160000		
-1.400000	0.071214	0.100000	0.495376	1.600000	1.883000	3.100000	97.840000		
-1.350000	0.072884	0.150000	0.518900	1.650000	1.827500	3.150000	106.060000		
-1.300000	0.074470	0.200000	0.542760	1.700000	1.753000	3.200000	114.840000		
-1.250000	0.075973	0.250000	0.566944	1.750000	1.660000	3.250000	124.180000		
-1.200000	0.077390	0.300000	0.591440	1.800000	1.549000	3.300000	134.090000		
-1.150000	0.078715	0.350000	0.616240	1.850000	1.421000	3.350000	144.580000		
-1.100000	0.079948	0.400000	0.641340	1.900000	1.278000	3.400000	155.660000		
-1.050000	0.081081	0.450000	0.666740	1.950000	1.122000	3.450000	167.340000		
-1.000000	0.082114	0.500000	0.692440	2.000000	0.954000	3.500000	179.620000		
-0.950000	0.083047	0.550000	0.718440	2.050000	0.776000	3.550000	192.500000		
-0.900000	0.083880	0.600000	0.744740	2.100000	0.590000	3.600000	206.980000		
-0.850000	0.084613	0.650000	0.771340	2.150000	0.398000	3.650000	222.060000		
-0.800000	0.085246	0.700000	0.798240	2.200000	0.204000	3.700000	237.740000		
-0.750000	0.085779	0.750000	0.825440	2.250000	0.010000	3.750000	254.020000		
-0.700000	0.086212	0.800000	0.852940	2.300000	-0.184000	3.800000	270.900000		
-0.650000	0.086545	0.850000	0.880740	2.350000	-0.378000	3.850000	288.380000		
-0.600000	0.086778	0.900000	0.908840	2.400000	-0.572000	3.900000	306.460000		
-0.550000	0.086911	0.950000	0.937240	2.450000	-0.766000	3.950000	325.140000		
-0.500000	0.086944	1.000000	0.965940	2.500000	-0.960000	4.000000	344.420000		
-0.450000	0.086877	1.050000	0.994940	2.550000	-1.154000	4.050000	364.300000		
-0.400000	0.086710	1.100000	1.024240	2.600000	-1.348000	4.100000	384.780000		
-0.350000	0.086443	1.150000	1.053840	2.650000	-1.542000	4.150000	405.860000		
-0.300000	0.086076	1.200000	1.083740	2.700000	-1.736000	4.200000	427.540000		
-0.250000	0.085609	1.250000	1.113940	2.750000	-1.930000	4.250000	449.820000		
-0.200000	0.085042	1.300000	1.144440	2.800000	-2.124000	4.300000	472.700000		
-0.150000	0.084375	1.350000	1.175240	2.850000	-2.318000	4.350000	496.180000		
-0.100000	0.083608	1.400000	1.206340	2.900000	-2.512000	4.400000	520.260000		
-0.050000	0.082741	1.450000	1.237740	2.950000	-2.706000	4.450000	544.940000		
0.000000	0.081774	1.500000	1.269440	3.000000	-2.900000	4.500000	570.220000		
0.050000	0.080707	1.550000	1.301440	3.050000	-3.094000	4.550000	596.100000		
0.100000	0.079540	1.600000	1.333740	3.100000	-3.288000	4.600000	622.580000		
0.150000	0.078273	1.650000	1.366340	3.150000	-3.482000	4.650000	649.660000		
0.200000	0.076906	1.700000	1.399240	3.200000	-3.676000	4.700000	677.340000		
0.250000	0.075439	1.750000	1.432440	3.250000	-3.870000	4.750000	705.620000		
0.300000	0.073872	1.800000	1.465940	3.300000	-4.064000	4.800000	734.500000		
0.350000	0.072205	1.850000	1.500740	3.350000	-4.258000	4.850000	764.080000		
0.400000	0.070438	1.900000	1.535840	3.400000	-4.452000	4.900000	794.360000		
0.450000	0.068571	1.950000	1.571240	3.450000	-4.646000	4.950000	825.340000		
0.500000	0.066604	2.000000	1.606940	3.500000	-4.840000	5.000000	857.020000		
0.550000	0.064537	2.050000	1.642940	3.550000	-5.034000	5.050000	889.400000		
0.600000	0.062370	2.100000	1.679240	3.600000	-5.228000	5.100000	922.480000		
0.650000	0.060103	2.150000	1.715840	3.650000	-5.422000	5.150000	956.260000		
0.700000	0.057736	2.200000	1.752740	3.700000	-5.616000	5.200000	990.740000		
0.750000	0.055269	2.250000	1.789940	3.750000	-5.810000	5.250000	1025.920000		
0.800000	0.052702	2.300000	1.827440	3.800000	-6.004000	5.300000	1061.800000		
0.850000	0.050035	2.350000	1.865240	3.850000	-6.198000	5.350000	1098.380000		
0.900000	0.047268	2.400000	1.903340	3.900000	-6.392000	5.400000	1135.660000		
0.950000	0.044401	2.450000	1.941740	3.950000	-6.586000	5.450000	1173.640000		
1.000000	0.041434	2.500000	1.980440	4.000000	-6.780000	5.500000	1212.320000		
1.050000	0.038367	2.550000	2.019440	4.050000	-6.974000	5.550000	1251.700000		
1.100000	0.035200	2.600000	2.058740	4.100000	-7.168000	5.600000	1291.780000		
1.150000	0.031933	2.650000	2.098340	4.150000	-7.362000	5.650000	1332.560000		
1.200000	0.028566	2.700000	2.138240	4.200000	-7.556000	5.700000	1374.040000		
1.250000	0.025100	2.750000	2.178440	4.250000	-7.750000	5.750000	1416.220000		
1.300000	0.021533	2.800000	2.218940	4.300000	-7.944000	5.800000	1459.100000		
1.350000	0.017866	2.850000	2.259740	4.350000	-8.138000	5.850000	1502.680000		
1.400000	0.014100	2.900000	2.300840	4.400000	-8.332000	5.900000	1546.960000		
1.450000	0.010233	2.950000	2.342240	4.450000	-8.526000	5.950000	1591.940000		
1.500000	0.006266	3.000000	2.383940	4.500000	-8.720000	6.000000	1637.620000		
1.550000	0.002200	3.050000	2.425940	4.550000	-8.914000	6.050000	1683.900000		
1.600000	-0.001866	3.100000	2.468240	4.600000	-9.108000	6.100000	1730.780000		
1.650000	-0.005933	3.150000	2.510840	4.650000	-9.302000	6.150000	1778.260000		
1.700000	-0.010000	3.200000	2.553740	4.700000	-9.496000	6.200000	1826.340000		
1.750000	-0.014067	3.250000	2.596940	4.750000	-9.690000	6.250000	1875.020000		
1.800000	-0.018134	3.300000	2.640440	4.800000	-9.884000	6.300000	1924.300000		
1.850000	-0.022201	3.350000	2.684240	4.850000	-10.078000	6.350000	1974.180000		
1.900000	-0.026268	3.400000	2.728340	4.900000	-10.272000	6.400000	2024.660000		
1.950000	-0.030335	3.450000	2.772740	4.950000	-10.466000	6.450000	2075.740000		
2.000000	-0.034402	3.500000	2.817440	5.000000	-10.660000	6.500000	2127.420000		
2.050000	-0.038469	3.550000	2.862440	5.050000	-10.854000	6.550000	2179.700000		
2.100000	-0.042536	3.600000	2.907740	5.100000	-11.048000	6.600000	2232.580000		
2.150000	-0.046603	3.650000	2.953340	5.150000	-11.242000	6.650000	2286.060000		
2.200000	-0.050670	3.700000	3.000240	5.200000	-11.436000	6.700000	2340.140000		
2.250000	-0.054737	3.750000	3.047440	5.250000	-11.630000	6.750000	2394.820000		
2.300000	-0.058804	3.800000	3.094940	5.300000	-11.824000	6.800000	2450.100000		
2.350000	-0.062871	3.850000	3.142740	5.350000	-12.018000	6.850000	2505.980000		
2.400000	-0.066938	3.900000	3.190840	5.400000	-12.212000	6.900000	2562.460000		
2.450000	-0.070995	3.950000	3						

จากตารางแสดงค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ เมื่อนำมาเขียนกราฟ จะได้กราฟแสดงอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ

จากภาพประกอบ 7 อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบแยกกลุ่มจะมีค่าต่ำสุด และ อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 จะมีค่าสูงสุด แบบทดสอบแยกกลุ่มจะมีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ความสามารถใกล้เคียงและฐานกว้าง ซึ่งเหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถหลาย ๆ ระดับ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดอยู่ที่ระดับความสามารถเป็นลบ แสดงว่าใช้ได้กับคนที่มีความสามารถต่ำ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถใกล้เคียง 1.0 แสดงว่าใช้ได้กับคนที่มีความสามารถสูงขึ้นไป แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถใกล้เคียง 2.0 แสดงว่าใช้ได้กับคนที่อ่อนไปทางเก่ง และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถใกล้เคียง 3.0 แสดงว่าใช้ได้กับคนที่มีความสามารถสูง ๆ

## ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2

เมื่อได้แบบทดสอบสองชั้นตอนที่มีคุณภาพตามที่ต้องการแล้ว นำไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้นักเรียนทั้งหมด 743 คน จาก 11 โรงเรียน ได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 13 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบลงชั้นตอน

ชั้นที่	แบบทดสอบที่ทำ	จำนวนนักเรียน
1	แบบทดสอบแยกกลุ่ม	743
2	แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1	141
2	แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2	258
2	แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3	241
2	แบบทดสอบหลักฉบับที่ 4	103

จากตาราง 13 นักเรียนทั้งหมด 743 คน ถูกแยกโดยแบบทดสอบแยกกลุ่มในชั้นที่ 1 แล้วให้นักเรียนที่มีความสามารถระดับกลาง ๆ ทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2, 3 จำนวนมาก ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถสูงและต่ำ มีจำนวนน้อยและใกล้เคียงกัน คือแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 และฉบับที่ 1 แสดงว่า แบบทดสอบแยกกลุ่มสามารถแยกนักเรียนได้ดี และเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบหลักแต่ละฉบับมีความสามารถแตกต่างกัน จึงได้เสนอค่าสถิติพื้นฐาน ของจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกจากข้อสอบ 10 ข้อที่ซ้ำกันของแบบทดสอบหลัก แต่ละฉบับทั้งตาราง 14

ตาราง 14 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบที่เหมือนกัน จำนวน 10 ข้อ ในแต่ละฉบับของแบบทดสอบหลัก

ฉบับที่	ข้อที่	$\bar{X}$	S.D.	N
1	21 - 30	2.833	1.652	141
2	21 - 30	3.700	1.7289	258
2	11 - 20	2.750	1.410	258
3	11 - 20	3.369	1.666	241
3	21 - 30	3.012	1.782	241
4	21 - 30	4.379	2.156	103

จากตาราง 14 ปรากฏว่าคะแนนของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 ในข้อสอบที่เหมือนกัน ฉบับที่ 2 มีผู้ตอบถูกได้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าฉบับที่ 1 ระหว่างฉบับที่ 2 กับฉบับที่ 3 ในข้อสอบที่เหมือนกัน ฉบับที่ 3 มีผู้ตอบถูกได้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าฉบับที่ 2 และระหว่างฉบับที่ 3 กับฉบับที่ 4 ในข้อสอบที่เหมือนกัน ฉบับที่ 4 มีผู้ตอบถูกได้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าฉบับที่ 3 ส่วนคะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.410 ถึง 2.156 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า ผู้ที่ถูกแยกไปทำแบบทดสอบฉบับที่ยากกว่า จะมีความสามารถสูงกว่า ผู้ที่ถูกแยกไปทำแบบทดสอบฉบับที่ง่ายกว่า

เมื่อได้แบบทดสอบสองขั้นตอนที่สามารถแยกนักเรียนได้ดีแล้ว นำผลการตอบแบบทดสอบหลักทั้ง 4 ฉบับ มาประมาณค่าความสามารถของนักเรียน 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 กำหนดโดยโปรแกรมโลจิสต์ 5 ( $\theta_1$ ) วิธีที่ 2 ใช้ค่าความยากสูงสุดของข้อที่ตอบถูก ( $\theta_2$ ) และวิธีที่ 3 ใช้ค่าความยากเฉลี่ยจากข้อที่นักเรียนตอบถูก ( $\theta_3$ ) (รายละเอียดดูภาคผนวก ง) แล้วมาคำนวณค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตาราง 15

จากค่าความสามารถของนักเรียนที่คำนวณโดย 3 วิธี นำมาหาค่าสถิติพื้นฐาน

ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถนักเรียนจากการคำนวณ 3 วิธี

แบบทดสอบหลัก	จำนวนนักเรียน (N)	ความสามารถของนักเรียน	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{O}$ )	S
ฉบับที่ 1	141	$\theta_1$	-0.602	0.679
		$\theta_2$	0.362	0.733
		$\theta_3$	-1.233	0.202
ฉบับที่ 2	258	$\theta_1$	-0.492	0.945
		$\theta_2$	1.672	0.063
		$\theta_3$	0.901	0.186
ฉบับที่ 3	241	$\theta_1$	-0.254	0.940
		$\theta_2$	2.151	0.119
		$\theta_3$	1.826	0.064
ฉบับที่ 4	103	$\theta_1$	0.394	0.865
		$\theta_2$	2.891	0.110
		$\theta_3$	2.415	0.865

จากตาราง 15 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 วิธีที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ยและคะแนนความ  
 เบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด และวิธีที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยและคะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด  
 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 วิธีที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ส่วนคะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 สูงที่สุด แต่วิธีที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด แบบทดสอบหลัก  
 ฉบับที่ 3 วิธีที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด วิธีที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ย  
 สูงสุด และวิธีที่ 3 คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4  
 วิธีที่ 1 ได้คะแนนค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด วิธีที่ 2 ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 ต่ำที่สุด ส่วนคะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิธีที่ 1 และ 3 สูงเท่ากัน และเมื่อดูค่าเฉลี่ย  
 แต่ละวิธีจากแต่ละฉบับ จะพบว่า ค่าเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 4

จากการประมาณค่าความสามารถ 3 วิธี นำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  
 ระหว่างความสามารถทางการเรียนที่คำนวณโดย 3 วิธี จากแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ปรากฏผล  
 ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการเรียนที่ประมาณโดย  
3 วิธี ของแบบทดสอบ 4 ฉบับ

แบบทดสอบหลัก	ความสามารถ	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
ฉบับที่ 1	$\theta_1$	1	0.289 <sup>+</sup>	0.009
	$\theta_2$		1	0.661 <sup>**</sup>
	$\theta_3$			1
ฉบับที่ 2	$\theta_1$	1	0.341 <sup>**</sup>	0.212 <sup>**</sup>
	$\theta_2$		1	0.226 <sup>**</sup>
	$\theta_3$			1
ฉบับที่ 3	$\theta_1$	1	0.281 <sup>**</sup>	0.048
	$\theta_2$		1	0.546 <sup>**</sup>
	$\theta_3$			1
ฉบับที่ 4	$\theta_1$	1	0.103	-0.068
	$\theta_2$		1	0.585 <sup>**</sup>
	$\theta_3$			1

<sup>\*\*</sup>มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตาราง 16 ปรากฏว่าแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การประมาณค่าความสามารถของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 ทุกวิธีสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าความสามารถวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าความสามารถวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบทุกฉบับแล้วการประมาณค่าความสามารถวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

หลังจากศึกษาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีประมาณค่าความสามารถของนักเรียน แล้วจึงนำค่าความสามารถของนักเรียนที่ประมาณโดยใช้โปรแกรมโลจิส 5 มาสร้างมาตราเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก เป็นค่าความสามารถของนักเรียน ดังตาราง 17, 18, 19 และ 20

ตาราง 17 ตารางคะแนนความสามารถ (e) ของนักเรียนเทียบจากจำนวนข้อที่ตอบถูก  
ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (e)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (e)
23	( 0.20) - ( 0.62)	14	(-0.69) - ( 0.40)
22	( 0.27) - ( 0.56)	13	(-0.78) - (-0.45)
21	(-0.10) - ( 0.34)	12	(-0.90) - (-0.59)
20	(-0.32) - ( 0.20)	11	(-0.71) - (-1.08)
19	(-0.40) - ( 0.15)	10	(-1.25) - (-0.81)
18	(-0.41) - ( 0.10)	9	(-1.72) - (-0.89)
17	(-0.48) - ( .009)	8	(-1.78) - (-1.37)
16	(-0.53) - (-0.17)	7	(-2.17) - (-1.61)
15	(-0.65) - (-0.10)	6 ลงไป	-2.92 ถึง -7.17

จากตาราง 17 ปรากฏว่าจำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 0 - 23 ข้อ ผู้ที่ทำถูก  
เกิน 23 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 แทน และค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง  
-7.17 ถึง 0.62

ตาราง 18 ตารางคะแนนความสามารถ (๑) ของนักเรียนเทียบจากจำนวนข้อที่ตอบถูก  
ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
24	(0.82) - (1.29)	15	( 0.13) - ( 0.33)
23	(0.65) - (1.20)	14	(-0.25) - ( 0.28)
22	(0.77) - (1.01)	13	(-0.16) - ( 0.25)
21	(0.68) - (0.89)	12	(-0.36) - ( 0.04)
20	(0.49) - (0.79)	11	(-0.64) - ( 0.00)
19	(0.45) - (0.85)	10	(-0.79) - (-0.05)
18	(0.41) - (0.84)	9	(-1.61) - (-0.11)
17	(0.27) - (0.62)	8	(-1.43) - (-0.24)
16	(0.22) - (0.50)	7	(-2.06) - (-0.64)

จากตาราง 18 ปรากฏว่าจำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 7 - 24 ข้อ ผู้ที่ตอบถูก  
เกิน 24 ข้อ คือทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 แทน และผู้ที่ตอบถูกน้อยกว่า 7 ข้อ ต้องทำ  
แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 แทน ค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -2.06 ถึง 1.29

ตาราง 19 ตารางคะแนนความสามารถ (๑) ของนักเรียนเทียบจากจำนวนข้อที่ตอบถูก  
ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
25	(1.11) - (1.55)	15	( 0.00) - ( 0.46)
24	(1.09) - (1.46)	14	( 0.10) - ( 0.43)
23	(0.89) - (1.17)	13	(-0.04) - ( 0.46)
22	(0.72) - (1.11)	12	(-0.08) - ( 0.18)
21	(0.70) - (1.07)	11	(-0.33) - ( 0.04)
20	(0.59) - (0.99)	10	(-0.45) - (-0.01)
19	(0.43) - (0.85)	9	(-0.65) - (-0.04)
18	(0.38) - (0.76)	8	(-1.95) - (-0.30)
17	(0.49) - (0.74)	7	ไม่ทำแบบทดสอบหลัก
16	(0.22) - (0.61)		ฉบับที่ 2

จากตาราง 19 ปรากฏว่าจำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 7 - 25 ข้อ ผู้ที่ตอบถูก  
เกิน 25 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 แทน และผู้ที่ตอบถูกน้อยกว่า 7 ข้อ ต้องทำ  
แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 แทน ค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -1.95 ถึง 1.55

ตาราง 20 ตารางคะแนนความสามารถ (๑) ของนักเรียนเทียบจากจำนวนข้อที่ตอบถูก  
ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
29	(2.08) - (2.73)	17	( 0.44) - (1.03)
28	(1.90) - (2.38)	16	( 0.60) - (0.93)
27	(1.76) - (2.22)	15	( 0.37) - (0.93)
26	(1.46) - (2.10)	14	( 0.38) - (0.77)
25	(1.53) - (1.82)	13	( 0.28) - (0.57)
24	(1.51) - (1.71)	12	( 0.10) - (0.48)
23	(1.26) - (1.48)	11	(-0.12) - (0.25)
22	(1.20) - (1.41)	10	(-0.36) - (0.16)
21	(1.00) - (1.38)	9	(-0.76) - (0.05)
20	(1.10) - (1.22)	8	(-1.39) - (0.03)
19	(1.00) - (1.16)		
18	(0.36) - (0.96)	7	ไม่ทำฉบับที่ 3

จากตาราง 20 ปรากฏว่าจำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 8 - 29 ข้อ ผู้ที่ตอบถูก  
น้อยกว่า 8 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 แทน ค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -1.39  
ถึง 2.73

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
3. เพื่อสร้างมาตราคะแนนแทนความสามารถของนักเรียนที่ประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ จากแบบทดสอบสองชั้นตอน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เป็นประชากรทั้งหมด 22 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 916 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบสองชั้นตอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบแยกกลุ่ม 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ
2. แบบทดสอบหลัก 4 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยไปติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดเวลาสอบ

2. เตรียมการดำเนินการสอบ ชี้แจงกรรมการคุมสอบ เตรียมห้องสอบ
3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับสอบที่ทุกโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง โดยทุกฉบับจะถูกสอบโดยนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเท่า ๆ กัน
4. นำแบบทดสอบสองชั้นตอนที่จัดเตรียมอย่างดีแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 743 คน เพื่อศึกษาผลการวิจัย

### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วสามารถสรุปการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ จำนวน 170 ข้อ จากการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.08361 ถึง 2.0000 ค่าความยากอยู่ระหว่าง -4.7601 ถึง 27.3901 และการเดาอยู่ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.4755 และมีข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ไม่เหมาะสม 60 ข้อ จึงเหลือข้อสอบที่คัดเลือกเอาไว้ 110 ข้อ
  - 2 จากค่าพารามิเตอร์ในการสอบครั้งแรก ใช้ค่าความยากเป็นหลัก จัดเป็นแบบทดสอบสองชั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ ดังนี้
    - 2.1 แบบทดสอบแยกกลุ่ม มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.6194 ถึง 0.6812 ซึ่งอยู่ในระดับความยากปานกลางค่อนข้างง่าย
    - 2.2 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -2.4533 ถึง 0.8765 ซึ่งอยู่ในระดับง่ายมาก
    - 2.3 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.7906 ถึง 1.7110 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างง่าย
    - 2.4 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 1.4614 ถึง 2.2523 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างยาก
    - 2.5 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 1.9383 ถึง 2.9984 ซึ่งอยู่ในระดับความยาก

3. อินฟอร์เมชันของข้อสอบ ซึ่งเป็นค่าที่บอกคุณภาพของข้อสอบรายข้อที่จัดเป็นแบบทดสอบสรุปได้ว่า แบบทดสอบแยกกลุ่ม ข้อที่ 16 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด มีค่า 0.7736 ที่ความสามารถ 0.5500 ซึ่งยังมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ข้อที่ 1 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดเท่ากับ 2.0306 ที่ความสามารถ -2.4000 มีคุณภาพสูง แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 ข้อที่ 24 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดเท่ากับ 1.4960 ที่ความสามารถ 0.7500 คุณภาพค่อนข้างสูง แบบทดสอบหลัก ฉบับที่ 3 ข้อที่ 5 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดเท่ากับ 2.3454 ที่ความสามารถ 1.8500 มีคุณภาพสูง และ แบบทดสอบหลัก ฉบับที่ 4 ข้อที่ 9 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดเท่ากับ 2.0825 ที่ความสามารถ 3.0000 มีคุณภาพสูง

4. อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ แบบทดสอบแยกกลุ่มมีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดที่ความสามารถ 0.200 ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้จะใช้ได้ผลกับนักเรียนที่มีความสามารถระดับกลาง ๆ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดที่ความสามารถ -0.7500 แสดงว่าใช้ได้กับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดที่ความสามารถ 1.3500 แสดงว่า ใช้ได้กับนักเรียนที่มีความสามารถค่อนข้างสูง แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดที่ความสามารถ 2.000 แสดงว่า ใช้ได้กับนักเรียนที่มีความสามารถสูง และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดที่ความสามารถ 2.6500 แสดงว่าใช้ได้กับนักเรียนที่มีความสามารถสูงมาก ๆ สรุปได้ว่า แบบทดสอบหลักทั้ง 4 ฉบับ จะใช้ได้กับนักเรียนที่มีความสามารถตามระดับความสามารถ

5. ค่าความสามารถของนักเรียน ที่ประมาณ โดยวิธีที่ 2 จะได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะต่ำ ส่วนการประมาณโดยวิธีที่ 1 จะได้ค่าความสามารถกระจายมาก มีค่าอยู่ระหว่าง -7.17 ถึง 2.73 เมื่อคำนึงถึงค่าพารามิเตอร์ การประมาณโดยใช้โปรแกรม โลจิส 5 จะใช้เป็นเกณฑ์ในการประมาณได้ดีที่สุด

6. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างความสามารถทางการเรียนจากการประมาณค่าวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกระดับความสามารถของนักเรียน วิธีที่ 1 กับวิธีที่ 2 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อความสามารถทางการเรียนอยู่จากต่ำไปจนถึงค่อนข้างสูง และวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 3 สัมพันธ์

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงคู่เดียว ในฉบับที่ 2 จึงสรุปได้ว่า การประมาณค่าโดยวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ให้ผลในลักษณะที่สอดคล้องกัน

7. มาตราคะแนนแทนความสามารถของนักเรียนจากแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ จะต้องใช้ควบคู่กับค่าความยากของข้อสอบที่ตอบถูกด้วย ฉบับที่ 1 จำนวนข้อที่ตอบถูก ระหว่าง 6 - 23 ข้อ ความสามารถอยู่ระหว่าง -7.17 ถึง 0.62 ฉบับที่ 2 จำนวนข้อที่ตอบถูก ระหว่าง 7 - 24 ข้อ ความสามารถอยู่ระหว่าง -2.06 ถึง 1.29 ฉบับที่ 3 จำนวนข้อที่ตอบถูก ระหว่าง 7 - 25 ข้อ ความสามารถอยู่ระหว่าง -1.95 ถึง 1.55 และฉบับที่ 4 จำนวนข้อที่ตอบถูก ระหว่าง 8 - 29 ข้อ ความสามารถอยู่ระหว่าง -1.39 ถึง 2.73

ผลจาก 1.วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด จะได้ข้อสรุปว่า การใช้แบบทดสอบสองชั้นตอน (Two - Stage Test) ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถแยกนักเรียนได้ตามจุดมุ่งหมาย และผลการแยกนักเรียนก็จะได้นักเรียนที่มีความสามารถในกลุ่มอ่อน จำนวนน้อย ความสามารถในระดับปานกลางมาก และความสามารถในระดับเก่งน้อยซึ่งก็เป็นไปตามลักษณะธรรมชาติของการกระจายของความสามารถคนทั่ว ๆ ไป ที่มีการกระจายเป็นรูปโค้งปกติ (Normal curve) ส่วนการประมาณค่าความสามารถทั้ง 3 วิธีนั้น วิธีที่ 2 และ 3 สัมพันธ์กันสูง ส่วนวิธีที่ 1 ได้ค่าความสามารถต่ำกว่า วิธีที่ 2 และ 3

#### อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ ต้องการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอน ที่มีคุณภาพ ซึ่งอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ จากการที่นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหมด 170 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 1 แล้ววิเคราะห์รายข้อ ด้วยโปรแกรม โลจิส 5 ได้ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คือ ค่าอำนาจจำแนก มากกว่า 0.3 ค่าความยากอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 และค่าการเดาค่า 0.3 ได้ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ 110 ข้อ มีข้อสอบที่ต้องตัดทิ้ง 60 ข้อ แล้วใช้ค่าความยากเป็นหลัก จัดข้อสอบแบบแบบทดสอบสองชั้นตอน โดยแบบทดสอบแยกกลุ่มจะมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.6194 ถึง 0.6812 ซึ่งต่างจากเกณฑ์ที่ระบุไว้ไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะข้อสอบมี

จำนวนจำกัด และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจะมีค่า 0.0810 ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก 0.6006 ซึ่งใกล้เคียงกับแบบทดสอบแยกกลุ่ม ของ ลาคิน และไวส์ (Larkin, K.C. and Weiss, D.J. 1975 : 9) ซึ่งได้ค่าเฉลี่ย -0.232 และ .633 ตามลำดับ แต่แบบทดสอบหลักที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับได้ผลดังนี้ ฉบับที่ 1 ค่าความยากเท่ากับ -0.8459 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.7392 ฉบับที่ 2 ค่าความยากเท่ากับ 1.0387 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.7225 ฉบับที่ 3 ค่าความยากเท่ากับ 1.8433 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.8289 และฉบับที่ 4 ค่าความยากเท่ากับ 2.4683 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 1.0174 ซึ่งค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหลักที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สูงกว่า ลาคิน และไวส์ สร้างไว้

2. อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ เป็นผลรวมจากอินฟอร์เมชันของข้อสอบ ที่นำมาจัดเป็นแบบทดสอบฉบับนี้ แบบทดสอบแยกกลุ่มจะมีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด 4.3397 ที่ระดับความสามารถ 0.2000 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด 5.8651 ที่ระดับความสามารถ -0.7500 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด 8.2982 ที่ระดับความสามารถ 1.3500 แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 มีค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด 13.7320 ที่ระดับความสามารถ 2.0000 และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 มีอินฟอร์เมชันสูงสุด 18.1180 ที่ระดับความสามารถ 2.6500 จะเห็นได้ว่า ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าการเดาจะส่งผลต่อค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบด้วย จุดสูงสุดของอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบจะเป็นตัวบอกให้รู้ว่าแบบทดสอบฉบับนั้นจำแนกนักเรียนได้ดีที่ระดับความสามารถเท่าไร และจะเป็นตัวชี้บ่งความแน่นอนในการประเมินค่าความสามารถแท้จริง (Lord, 1980 : 72) ซึ่งก็ตรงกับลักษณะที่ต้องการแบบทดสอบ เทลเลอร์ ในการที่จะช่วยทำให้สามารถแยกนักเรียนได้ดี สำหรับทุก ๆ ระดับความสามารถ โดยแบบทดสอบหลักที่สร้างขึ้น ฉบับที่ 1 ก็จะใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ ค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด จึงตรงกับความสามารถที่เป็นลบ ส่วนฉบับที่ 2, 3 และ 4 ค่าอินฟอร์เมชันสูงสุดก็จะเลือกมาตรงกับระดับความสามารถที่สูงขึ้นมาเรื่อย ๆ ทำให้ได้แบบทดสอบที่ใช้วัดคนได้หลาย ๆ ระดับความสามารถจริง

3. ความสามารถของนักเรียน จากการประมาณค่า 3 วิธี จากผลการวิเคราะห์แล้วพบว่า วิธีที่ 1 โดยการใส่โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์ 5 จะได้ค่าความสามารถเฉลี่ย

เรียงตามลำดับจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ถึง ฉบับที่ 4 และเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ ค่าความสามารถที่ประมาณโดยวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำสุด ซึ่งเป็นเพราะสูตรที่ใช้ในการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้พารามิเตอร์อีก 2 ตัว คือ ค่าอำนาจจำแนก และค่าการเดา มาคำนวณด้วย ซึ่ง 2 ค่านี้ ก็มีจำนวนน้อยข้อที่มีค่าสมบูรณ์ คือ อำนาจจำแนก 2.0000 และการเดาเป็น 0.0000 จึงทำให้ค่าความสามารถออกมาต่ำ ส่วนวิธีที่ 2 ใช้ค่าความยากสูงสุดของข้อที่ตอบถูกแทนความสามารถของนักเรียน ได้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าวิธีอื่น ๆ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย เพราะค่าที่ได้จะอยู่ในช่วงของค่าความยากของข้อสอบ 30 ข้อ ในแบบทดสอบหลักแต่ละฉบับ ซึ่งอาจจะผิดพลาดได้ ถ้าปรากฏว่านักเรียนตอบข้อที่มีความยากสูง ๆ ถูกโดยการเดา และวิธีที่ 3 ใช้ค่าเฉลี่ยจากค่าความยากของข้อที่นักเรียนตอบถูก ค่าความสามารถของนักเรียนที่คำนวณโดยวิธีนี้ แต่ละฉบับจะแตกต่างกัน เพราะค่าความยากแตกต่างกัน ส่วนภายในฉบับจะมีค่าความสามารถใกล้เคียงกัน เพราะความเป็นเบนมาตรฐานมีน้อย ซึ่งก็เป็นวิธีหนึ่งที่น่าจะเหมาะในการประมาณค่าความสามารถของนักเรียนอย่างหายาบ ๆ และให้รวดเร็วไม่ต้องเสียเวลาไปใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ (Weiss, D J 1974 : 7)

4. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีคำนวณค่าความสามารถ ปรากฏว่า ระหว่างวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 2 ( $r_{e_1 e_2}$ ) ฉบับที่ 1, 2 และ 3 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนฉบับที่ 4 สัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ถ้าค่าความสามารถของนักเรียนไม่สูงนัก อาจจะใช้การประมาณค่าความสามารถวิธีที่ 2 แทนวิธีที่ 1 ได้ ส่วน วิธีที่ 1 กับวิธีที่ 3 ( $r_{e_1 e_3}$ ) ฉบับที่ 1, 3 และ 4 สัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ ฉบับที่ 2 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีค่าตัวเลขต่ำ ซึ่งบอกได้ว่าจะใช้วิธีที่ 3 แทนวิธีที่ 1 จะทำให้ได้ผลไม่เหมือนกัน และวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 ( $r_{e_2 e_3}$ ) ทุกฉบับสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าตัวเลขสูง แสดงว่าสามารถใช้แทนกันได้ ซึ่งทั้ง 2 วิธี ใช้การประมาณค่าจากค่าความยากของข้อสอบเช่นเดียวกัน จึงทำให้มีความสัมพันธ์กันสูง

5. มาตรการเทียบความสามารถจากจำนวนข้อที่ตอบถูกในการสร้างมาตราเทียบนี้ เนื่องจาก บางลักษณะ การตอบของผู้ตอบไม่มี จึงมีการเพิ่มเติมเข้าไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณค่าความสามารถออกมา ในการประเมินผลการสอบ ควรจะพิจารณาจากค่าความสามารถของนักเรียน โดยยึดเกณฑ์ ดังนี้ -3 ความสามารถต่ำมาก -2 ความสามารถต่ำ -1 ความสามารถค่อนข้างต่ำ 0 ความสามารถปานกลาง +1 ความสามารถค่อนข้างสูง +2 ความสามารถสูง และ +3 ความสามารถสูงมาก และ การใช้มาตราเทียบความสามารถนี้ ควรคำนึงถึงค่าความยากของข้อที่นักเรียนตอบถูกด้วย

### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวความคิดที่จะเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรจะมีการนำวิธีการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนนี้ไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบได้กับวิชาอื่น ๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจนักเรียนในการทำแบบทดสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของแบบทดสอบแยกกลุ่ม ว่ารูปแบบต่าง ๆ ของแบบทดสอบแยกกลุ่ม รูปแบบใดจะแยกนักเรียนไปตอบแบบทดสอบหลักได้ตรงตามความสามารถของนักเรียนได้ดีที่สุด
3. การประมาณค่าความสามารถของนักเรียน อาจจะใช้วิธีเฉลี่ยค่าความยากของข้อที่ตอบถูกจากจำนวนข้อที่นักเรียนทำทั้งหมด ซึ่งอาจจะทำให้ค่าความสามารถที่ประมาณได้ใกล้เคียงกับค่าความสามารถที่คำนวณจากโปรแกรมโลจิสต์ 5
4. ในการนำแบบทดสอบสองชั้นตอนนี้ไปใช้นั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในลักษณะดังนี้
  - ก. ควรใช้กับการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อจะได้ผลการวัดว่า ผู้สอบคนใดมีความสามารถในคุณลักษณะนั้น ๆ เท่าใด จะได้ผลดีที่สุด
  - ข. หน่วยงานที่ควรจะมีการจัดสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนนี้ ควรจะเริ่มต้นอย่างน้อยจากระดับกลุ่มโรงเรียนก่อน เพราะขั้นตอนวิธีการสร้างควรเป็นลักษณะงานระดมพลังสมองมากกว่างานที่ใช้บุคคลเพียงคนเดียวทำ ถ้าสามารถเริ่มได้ในระดับกองหรือกรมจะเป็นการดีมาก

ก ข้อยุ่งยากที่สำคัญคือ การแยกกลุ่มนักเรียน ถ้ามีการสอบนักเรียนจำนวนมาก ๆ การตรวจแยกกลุ่มจะต้องมีการวางแผนเตรียมการล่วงหน้าอย่างดี มิฉะนั้นจะทำให้เสียเวลาไปมาก ซึ่งจะผิดจุดประสงค์ของแบบทดสอบสองชั้นตอน

5. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้แบบทดสอบเทเลอร์ชนิดต่าง ๆ ว่าวิธีไหนจะดีที่สุด ในแง่ต่าง ๆ เช่น เวลา ค่าใช้จ่าย ความสะดวก เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กำจัด เกตุสุวรรณ การสร้างแบบทดสอบอิงโคเมนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5 ปรินญาณินท์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
2528, 268 หน้า
- จงดี วงศ์พรภักดิ์ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
(ม.4) ปรินญาณินท์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
2525, 101 หน้า
- ชวาล แพร่ตกุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า
- ชูศรี วงศ์ธนะ สถิติเพื่อการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร 2525, 370 หน้า
- บุญเจิด โภคธรรม การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาหลักการพยาบาล ปรินญาณินท์  
การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 166 หน้า
- บุญเลิศ คำหอม การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เรื่องสมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ปรินญาณินท์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
2525, 148 หน้า
- ผจงจิต อินทรสุวรรณ "Latent Trait Theory" วารสารวิจัยผลการศึกษา 3(3) :  
51 - 69 มกราคม - เมษายน 2525
- \_\_\_\_\_ ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม ม.ป.ท., 2528, 125 หน้า
- ไพฑูริย์ เวทการ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
(ม.1) ปรินญาณินท์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
2524, 82 หน้า
- มันน์ เพื่อนน้อย การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 ปรินญาณินท์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
2526, 155 หน้า

ล้วน สายยศ และอังณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ทวีกิจการพิมพ์ 2524,  
287 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2527, 210 หน้า  
แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 โรงพิมพ์คุรุสภา 2527, 76 หน้า

สงบ ลักษณะ "ความสามารถเกี่ยวกับการตอบข้อสอบ" วารสารวัดผลการศึกษา 4(1) :  
47 - 54, 88 - 93 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525

"การเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ" วารสารวัดผลการศึกษา 4(2) :  
21 - 32 กันยายน - ธันวาคม 2525

สมถวิล วิจิตรวรรณ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2  
ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524,  
130 หน้า

สุโชติ สันตคิวงค์ไชย การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการควอดราติก  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร 2526, 175 หน้า

สุธรรม จันทร์หอม "วิเคราะห์ผลการสอบแบบราสซิมูเตน" วารสารวัดผลการศึกษา  
4(3) : 45 - 61 มกราคม - เมษายน 2526

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ "การพัฒนาทฤษฎีเลเห็นเทรทเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ" วารสารวัดผล  
การศึกษา 4(2) : 1 - 3 กันยายน - ธันวาคม 2525

อวยพร วิบูลย์กาญจน์ การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์แบบสอบอุปมาอุปไมยด้วยกลาสสิก  
กลโมเดลกับราสซิมูเตน ปริญญาานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
2526, 52 หน้า

Cleary, T.A., Linn, R.L. & Rock, D.A. An exploratory study of  
programmed test. Educational and Psychological Measurement.  
1968. 28, 345 - 360

Cronbach, L.J. & Gleser, G.C. Psychological test and personal  
decisions. Urbana · University of Illinois Press, 1965. 34

- Green, Bert F. "Technical Guidelines For Assessing Computerrized Adaptive Tests," Journal of Educational Measurement. 21(4) . 347 - 360, 1984.
- Guildford, Joy Haul. and Fruchter, Benlamin. Fundamental Statistics In Psychology and Education. 6th ed., Tokyo, McGraw-Hill Kogakuha, 1978. 545 p.
- Hambleton, Ronald K. and Cook, Linda L. "Latent Trait Models and Their Use In The Analysis of Education Test Data," Journal of Educational Measurement. 14(2) . 75 - 96, 1977.
- Larkin, Kevin C. and Weiss, David J. An Empirical Comparison of Two-stage and Pyramidal Adaptive Ability Testing. Pesearch Report, Psychometric MedThods. Program, Department of Psychology, University of Minesota Minneapolis, 1975. 27 p.
- An Empirical Investigation of Computer Administered Pyramidal Department Testing. Program, Department of Psychology, University of Minnesota Minneapolis, 1974. 54 p
- Lord, F M. "Robbins - Monra Procedures For Tailored Testing," Education and Psychological Measurement. 31 : 3 - 61, 1971.
- "Practical Applicational of Item Characteristic Curve Theory " Journal of Educational Measurement. 14 . 117 - 148, 1977.
- Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishess, 1980. 247 p.
- Lord, F.M. and Novick, M.R. Statistical Theories of Mental Test Scores. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1968. 568 p.
- Rudner, Lawrence. "A Closer Look At Latent Trait Parameter Invariance," Educational and Psychological Measurement. 43 : 951 - 955, 1983.
- Thorndike, Robert L. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. New York, Wiley, 1961. 575 p.
- Applied Psychometrics. Houghton Mifflin Company; Boston 1982. 390 p.
- Urry, Vern W. "Taitored Testing : Assuccessful Application of Latent Trait Theory," Journal of Educational Measurement. 14(2) . 181 - 196, 1977.
- Vale, C.D. and Weiss, D.J. A Simulation Study of Stradative Ability Testing. Research Report, Psychometric Method Program, Department of Psychology, University of Minnesota Mincapolis, 1975.

- Warn, Thomas A. A Primer of Item Response Theory. Oklahoma, Cost Guard Institute, 1979.
- Weiss, David J. Strategies of Adaptive Ability Measurement. Research Report Psychometric Method Program, Department of Psychology, University of Minnesota Minncapolis, 1975. 78 p.
- Weiss, David J. and Kingbury Gage G. "Application of Computerized Adaptive Testing To Educational Problems," Journal of Educational Measurement. 21(4) • 361 - 375, 1984.
- Wingerskey, M.S. and Barton, M.A. and Lord, F.M. Logist User's Guide. E.T.S. Princeton, N.J., 1982.
- Wright, Benjamin D., and Stone Make H. Best Test Desigr. Chicago, Mesa Press, 1979. 222 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- คู่มือกำเนินการสอบ
- แบบทดสอบสองชั้นตอน

## คู่มือดำเนินการสอบ แบบทดสอบสองชั้นตอน

### ความมุ่งหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบสองชั้นตอน วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่นี้ สร้างขึ้นเพื่อใช้สอบวัดความสามารถของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ และต้องการให้มีลักษณะที่สำคัญคือ นักเรียนไม่ต้องทำข้อสอบจำนวนมาก เกิดแรงจูงใจในการทำแบบทดสอบเพราะได้ทำข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนเอง

### โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบสองชั้นตอนประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 แบบทดสอบแยกกลุ่ม เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ความยากปานกลาง ให้นักเรียนทุกคนตอบทุกข้อ แล้วตรวจนับจำนวนข้อที่ตอบถูกต้องที่ เพื่อใช้จำนวนข้อที่ตอบถูกเป็นเกณฑ์ในการจัดให้นักเรียนทำแบบทดสอบชั้นที่ 2 เพียงฉบับเดียว

ชั้นที่ 2 แบบทดสอบหลัก จะมีแบบทดสอบหลัก 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ ดังนี้

แบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่ง่ายที่สุด ค่าความยากอยู่ระหว่าง  $-2.4533$  ถึง  $0.8765$  สำหรับผู้ที่ตอบแบบทดสอบแยกกลุ่มถูก 0 - 7 ข้อ

แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 จะมีค่าความยากเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง  $-0.7906$  ถึง  $1.7110$  สำหรับผู้ที่ตอบแบบทดสอบแยกกลุ่มถูก 8 - 11 ข้อ

แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 จะมีค่าความยากอยู่ระหว่าง  $1.4614$  ถึง  $2.2523$  สำหรับผู้ที่ตอบแบบทดสอบแยกกลุ่มถูก 12 - 15 ข้อ

แบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 จะมีค่าความยากสูงสุดระหว่าง  $1.9383$  ถึง  $2.9984$  สำหรับผู้ที่ตอบแบบทดสอบแยกกลุ่มถูก 16 - 20 ข้อ

ข้อสอบที่จัดเข้าแบบทดสอบแต่ละฉบับจะถูกเลือกมาจากกลุ่มข้อสอบเดียวกัน ซึ่งสร้างโดยยึดจุดมุ่งหมายการเรียนเป็นหลัก

### การพัฒนาแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบสองชั้นตอนนี้ ได้เริ่มดำเนินการสร้างตั้งแต่ปี 2529 ถึง 2530 จึงสำเร็จตามต้องการ โดยดำเนินการสอบปรับปรุงคัดเลือกจัดแบบทดสอบ ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 717 คน โดยใช้ข้อสอบ 170 ข้อ แบ่งเป็น 4 ฉบับ แล้วนำมาวิเคราะห์รายข้อ ความถี่การตอบข้อคำถามเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ คือ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) โดยใช้โปรแกรมโลจิสต์ 5 แล้วคัดเลือกข้อสอบโดยใช้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่า 0.3 ค่าความยากอยู่ระหว่าง +3 ถึง -3 และค่าการเดาต่ำกว่า 0.3 ได้ข้อสอบที่ถึงเกณฑ์ 110 ข้อ แล้วใช้ค่าความยากเป็นหลักจัดข้อสอบ 110 ข้อ เป็นแบบทดสอบแยกกลุ่ม 20 ข้อ ให้มีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถกลาง ๆ 1 ฉบับ แบบทดสอบหลัก 4 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ โดยให้ค่าความยากเรียงลำดับจากน้อยไปมาก และได้ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถต่ำ กลาง และสูง ตามลำดับ

การทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 743 คน แยกนักเรียนออกได้เป็น 4 กลุ่ม สอบแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 จำนวน 141 คน แบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 จำนวน 258 คน แบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 จำนวน 241 คน และแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 จำนวน 103 คน แล้วนำผลการตอบแบบทดสอบหลักของนักเรียนไปประมาณค่าความสามารถของนักเรียน 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโลจิสต์ 5 ( $\theta_1$ ) วิธีที่ 2 ใช้ค่าความยากสูงสุดของข้อที่นักเรียนตอบถูก ( $\theta_2$ ) และวิธีที่ 3 ใช้ค่าความยากเฉลี่ยจากข้อที่นักเรียนตอบถูก ( $\theta_3$ ) แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างวิธีประมาณค่าความสามารถ ดังผลในตาราง 21

ตาราง 21 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการเรียนที่ประมาณโดย  
3 วิธี ของแบบทดสอบ 4 ฉบับ

แบบทดสอบหลัก	ความสามารถ	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
ฉบับที่ 1	$\theta_1$	1	0.289	0.009
	$\theta_2$		1	0.661
	$\theta_3$			1
ฉบับที่ 2	$\theta_1$	1	0.341	0.212
	$\theta_2$		1	0.226
	$\theta_3$			1
ฉบับที่ 3	$\theta_1$	1	0.281	0.048
	$\theta_2$		1	0.546
	$\theta_3$			1
ฉบับที่ 4	$\theta_1$	1	0.103	-0.068
	$\theta_2$		1	0.585
	$\theta_3$			1

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### คุณภาพของแบบทดสอบ

คุณภาพของแบบทดสอบ จะใช้ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบเป็นตัวบอกคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณมาจากค่าอินฟอร์เมชันของข้อสอบรายข้อ โดยใช้โปรแกรมภาษาเบสิก ซึ่งพัฒนาโดย ชัชชัย เผ่าพงศ์ ดังรายละเอียดแสดงอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบในตาราง 22

ตาราง 22 ค่าอินฟอว์เมชันของแบบทดสอบสองชั้นตอน

แบบทดสอบ	TESTIN	ความสามารถ
แยกกลุ่ม	4.3397	0.2000
หลักฉบับที่ 1	5.8651	-0.7500
หลักฉบับที่ 2	8.2982	1.3500
หลักฉบับที่ 3	13.7320	2.0000
หลักฉบับที่ 4	18.2280	2.6500

### วิธีดำเนินการสอบ

การดำเนินการสอบแบบทดสอบสองชั้นตอน มีลำดับขั้นดังนี้

#### 1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ให้ปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ จัดกรรมการคุมสอบ และผู้ตรวจกระดาษคำตอบ แบบทดสอบแยกกลุ่ม

1.2 จัดเตรียมอุปกรณ์การสอบ ได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ เฉลยของแบบทดสอบแยกกลุ่ม ให้มีจำนวนเพียงพอกับผู้เข้าสอบ และผู้ตรวจ

1.3 ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษา คำชี้แจง วิธีดำเนินการสอน การตรวจกระดาษคำตอบ การแยกกลุ่มนักเรียน ให้เข้าใจถูกต้องก่อน

#### 2. วิธีดำเนินการสอบ ให้ปฏิบัติดังนี้

2.1 แจกกระดาษคำตอบ ให้นักเรียนกรอรายการ

2.2 อ่านคำชี้แจงที่ปกหน้า แบบทดสอบแยกกลุ่มให้นักเรียนฟัง ให้คำชี้แจงเฉพาะที่ปรากฏที่ปกหน้าเท่านั้น แล้วให้นักเรียนลงมือทำ ใช้เวลาตามที่ปรากฏที่ปกหน้าข้อสอบ

2.3 เมื่อนักเรียนสอบแบบทดสอบแยกกลุ่มเสร็จ ตรวจกระดาษคำตอบนักเรียนแล้วแยกกลุ่มนักเรียน โดยผู้ที่ตอบถูก 0 - 7 ข้อ เตรียมทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1 ตอบถูก 8 - 11 ข้อ เตรียมทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 ตอบถูก 12 - 15 ข้อ เตรียมทำแบบทดสอบหลัก

ฉบับที่ 3 และตอบถูก 16 - 20 ข้อ เตรียมทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4

2.4 แจกแบบทดสอบชั้นที่ 2 ตามที่ได้แยกกลุ่มไว้แล้ว อ่านกำขี้แจงตามที่ปรากฏที่ปกหน้าเท่านั้น แล้วให้นักเรียนลงมือทำ ใช้เวลาตามที่ปรากฏที่หน้าปกข้อสอบ

3. การเตือนเวลา ให้ปฏิบัติดังนี้ เตือนเวลาครั้งแรกเมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของแบบทดสอบ เตือนครั้งที่ 2 เมื่อเหลือเวลาอีก 3 นาที จะหมดเวลา

4. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา ให้ผู้สอบวางดินสอหรือปากกาแล้วเก็บกระดาษคำตอบข้อสอบแยกแต่ละฉบับ

### วิธีการตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน จะยึดจากแบบทดสอบหลักเท่านั้นโดยปฏิบัติดังนี้

วิธีที่ 1 ประเมินค่าความสามารถโดยใช้โปรแกรมโลจิส 5

1. ตรวจให้ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบเป็น 0
2. นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณ โดยใช้โปรแกรมโลจิส 5

วิธีที่ 2 ประเมินค่าความสามารถ โดยใช้ค่าความยากสูงสุดของข้อที่ตอบถูก เป็นค่าความสามารถ

วิธีที่ 3 ประเมินค่าความสามารถ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของความยากของข้อที่ตอบ เป็นค่าความสามารถ

หรือจะใช้เทียบจากอัตราเทียบจำนวนข้อที่ตอบถูกเป็นค่าความสามารถ ดังตาราง 23, 24, 25 และ 26 นี้

ตาราง 23 ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน  
จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
23	( 0.20 ) - ( 0.62 )	14	(-0.69) - ( 0.40 )
22	( 0.27 ) - ( 0.56 )	13	(-0.78) - (-0.45)
21	(-0.1 ) - ( 0.34 )	12	(-0.90) - (-0.59)
20	(-0.32) - ( 0.20 )	11	(-0.71) - (-1.08)
19	(-0.40) - ( 0.15 )	10	(-1.25) - (-0.81)
18	(-0.41) - ( 0.10 )	9	(-1.72) - (-0.89)
17	(-0.48) - ( 0.09 )	8	(-1.78) - (-1.37)
16	(-0.53) - (-0.17)	7	(-2.17) - (-1.61)
15	(-0.65) - (-0.10)	6 ลงไป	-2.92 ถึง -7.17

จากตาราง 23 จำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 0 - 23 ข้อ ผู้ที่ทำถูกเกิน  
23 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2 แทน และค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -7.17  
ถึง 0.62 โดยการให้ค่าความสามารถข้อนักเรียนจะต้องคำนึงถึงค่าความยากของข้อที่นักเรียน  
ตอบถูกด้วย

ตาราง 24 ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน  
จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
24	(0.82) - (1.29)	15	( 0.13) - ( 0.33)
23	(0.65) - (1.20)	14	(-0.35) - ( 0.28)
22	(0.77) - (1.01)	13	(-0.16) - ( 0.25)
21	(0.68) - (0.89)	12	(-0.36) - ( 0.04)
20	(0.49) - (0.79)	11	(-0.64) - ( 0.00)
19	(0.45) - (0.85)	10	(-0.79) - (-0.05)
18	(0.41) - (0.84)	9	(-1.61) - (-0.11)
17	(0.27) - (0.62)	8	(-1.43) - (-0.24)
16	(0.22) - (0.50)	7	(-2.06) - (-0.64)

จากตาราง 24 จำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 7 - 24 ข้อ ผู้ตอบถูกเกิน 24 ข้อ  
ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 แทน และผู้ตอบถูกน้อยกว่า 7 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบฉบับที่ 1  
แทน ค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -2.06 ถึง 1.29 การประมาณค่าความสามารถจะต้อง  
คำนึงถึงค่าความยากของข้อที่นักเรียนตอบถูกต้อง

ตาราง 25 ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน  
จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
25	(1.11) - (1.55)	15	( 0.00) - ( 0.46)
24	(1.09) - (1.46)	14	( 0.10) - ( 0.43)
23	(0.89) - (1.17)	13	(-0.04) - ( 0.46)
22	(0.72) - (1.11)	12	(-0.08) - ( 0.18)
21	(0.70) - (1.07)	11	(-0.33) - ( 0.04)
20	(0.59) - (0.99)	10	(-0.45) - (-0.01)
19	(0.43) - (0.85)	9	(-0.85) - (-0.04)
18	(0.38) - (0.78)	8	(-1.95) - (-0.30)
17	(0.49) - (0.74)	7	ไปทำแบบทดสอบหลัก
16	(0.22) - (0.61)		ฉบับที่ 2

จากตาราง 25 จำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 7 - 25 ข้อ ผู้ที่ตอบถูกเกิน 25 ข้อ  
ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4 แทน และผู้ที่ตอบถูกน้อยกว่า 7 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบหลัก  
ฉบับที่ 2 แทน ค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -1.95 ถึง 1.55 การประมาณค่าความสามารถ  
จะต้องคำนึงถึงค่าความยากของข้อที่นักเรียนตอบถูกด้วย

ตาราง 26 ตารางเทียบจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกกับค่าความสามารถของนักเรียน  
จากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)	จำนวนข้อที่ตอบถูก	ความสามารถ (๑)
29	(2.08) - (2.73)	17	( 0.44) - (1.03)
28	(1.90) - (2.38)	16	( 0.60) - (0.93)
27	(1.76) - (2.22)	15	( 0.37) - (0.93)
26	(1.46) - (2.10)	14	( 0.38) - (0.77)
25	(1.53) - (1.822)	13	( 0.28) - (0.57)
24	(1.51) - (1.71)	12	( 0.10) - (0.48)
23	(1.26) - (1.48)	11	(-0.12) - (0.25)
22	(1.20) - (1.41)	10	(-0.36) - (0.16)
21	(1.00) - (1.38)	9	(-0.76) - (0.05)
20	(1.10) - (1.22)	8	(-1.39) - (0.03)
19	(1.00) - (1.16)		
18	(0.36) - (0.96)	ต่ำกว่า ๘	ไปทำฉบับที่ 3

จากตาราง 26 จำนวนข้อที่ตอบถูกอยู่ระหว่าง 8 - ๒9 ข้อ ผู้ที่ตอบถูกน้อยกว่า 8 ข้อ ต้องทำแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3 แทน ค่าความสามารถจะอยู่ระหว่าง -1.39 ถึง 2.73 การประมาณค่าความสามารถจะต้องกำนึ่งถึงค่าความยากของข้อที่นักเรียนตอบถูกต้อง



1. ความสัมพันธ์ของ  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  และ  $\vec{c}$  ตามรูปคือข้อใด ?

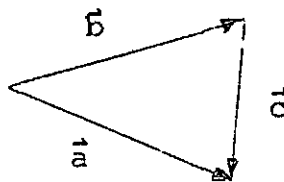
ก.  $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$

ข.  $\vec{a} + \vec{c} = \vec{b}$

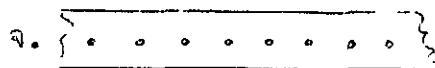
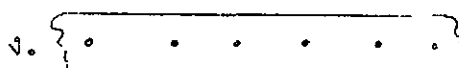
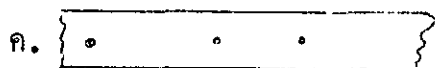
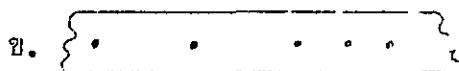
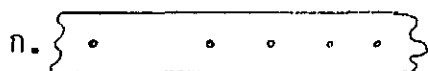
ค.  $\vec{b} + \vec{c} = \vec{a}$

ง.  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 0$

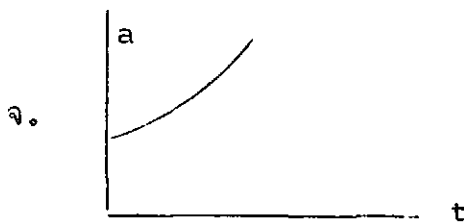
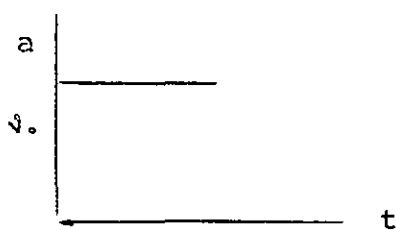
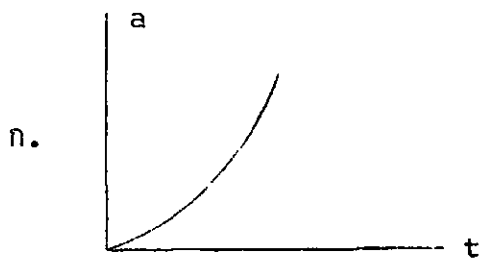
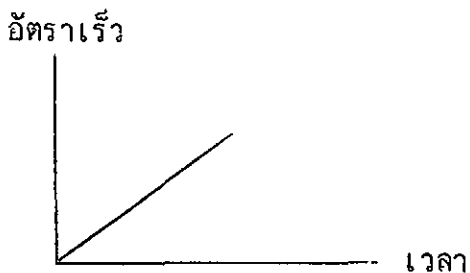
จ.  $\vec{a} + \vec{b} - \vec{c} = 0$



2. ภาพใดแสดงถึงการเคลื่อนที่ที่มีอัตราเร็วเฉลี่ยสูงสุด จากจุดบนแถบกระดาษที่ดึงผ่านเครื่องถ่ายภาพเวลา



3. จากกราฟอัตราเร็ว-เวลา ที่กำหนดให้ จะได้กราฟความเร่ง-เวลา ดังรูปใด





9. จากรูป แรงปฏิกิริยาของแรง  $P$  คือแรงใด ?

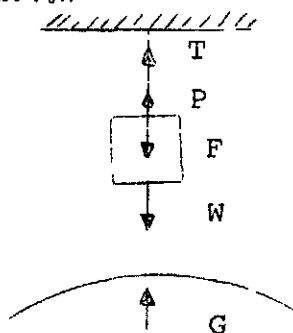
ก.  $T$

ข.  $P$

ค.  $F$

ง.  $W$

จ.  $G$



10. สภาพหยุดนิ่งและสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เป็นสถานะอย่างเดียวกัน เพราะเหตุใด

ก. เป็นสภาพสมดุลชนิดเดียวกัน

ข. เป็นสภาพที่เกิดแฉ่วัตถุก้อนเดียวกัน

ค. ใช้กรอบอ้างอิงที่มีความเร็วไม่เท่ากัน

ง. เป็นสภาพที่มีความเร็วเป็นศูนย์เหมือนกัน

จ. เป็นสภาพที่ไม่มีแรงลัพธ์กระทำ

11. จากกราฟ  $v, t$  กราฟเส้นใดที่แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยเท่ากับ อัตราเร็วที่จุดใด ๆ

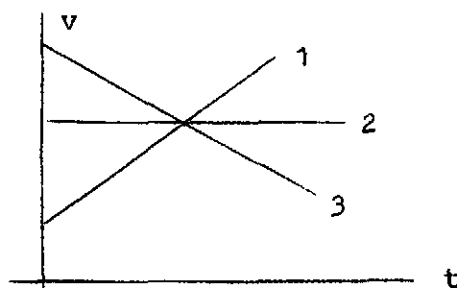
ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 1 และ 3

จ. 1, 2 และ 3



12. ดึงผ้าปูโต๊ะออกไปใต้โดยของที่อยู่บนโต๊ะยังคงสภาพเดิม แสดงว่าเป็นปรากฏการณ์ของอะไร ?

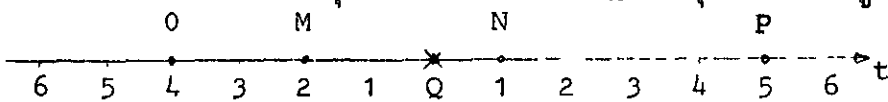
ก. น้ำหนัก

ข. ความเร่ง

ค. ความเร่งชั่วขณะ

ง. ความเฉื่อย

จ. ความเสียดทาน

13. เมื่อลิฟต์ขาดตกลงมาคนที่อยู่ภายในอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักจริงหรือไม่
- จริง เพราะไม่มีแรงดึงดูดของโลก
  - จริง เพราะไม่มีแรงไปกระทำกับคน
  - จริง เพราะคนเคลื่อนที่เท่ากับความเร็วของแรงดึงดูด
  - ไม่จริง เพราะยังไม่มีใครทดลองมายืนยันได้
  - ไม่จริง เพราะตาริ่งที่ใช้วัดอาจจะไม่ทำงานก็ได้
14. เวกเตอร์ 9 หน่วย และ 15 หน่วย บวกกันแบบเวกเตอร์แล้วจะได้เวกเตอร์ลัพธ์เป็นเท่าไร ?
- ระหว่าง 3 - 15 หน่วย
  - ระหว่าง 9 - 15 หน่วย
  - ระหว่าง 6 - 24 หน่วย
  - น้อยกว่า 9 หน่วย
  - มากกว่า 15 หน่วย
15. ในการบอกระยะทางของวัตถุในแนวเส้นตรงโดยมี  $O$  เป็นจุดอ้างอิง ดังรูป
- 
- ถามว่าข้อใดที่ถูกต้อง
- $MP < ON$
  - $OQ < MN$
  - $PN = OQ$
  - $OQ = QP$
  - $NM < MO$
16. ปรากฏการณ์ใดที่สามารถใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน อธิบายได้เหมาะสมที่สุด
- ลูกบอลตกลงบนพื้นซีเมนต์แล้วกระดอนขึ้น
  - รถจักรยานยนต์เลี้ยงวโถงอันตรายเป็นไปอย่างปลอดภัย
  - วัตถุมวลมากต้องใช้แรงมากในการทำให้เคลื่อนที่
  - เมื่อมีแรงกระทำต่อมวลมากจะทำให้มวลมีความเร็วมาก
  - คนนั่งซ้อนท้ายรถจักรยานต์ตกเมื่อรถออกโดยไม่รู้สึกตัว



หมายเลขข้อสอบ

แบบทดสอบสองชั้นตอน (Two - Stage Test)

วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่

แบบทดสอบชั้นที่ 2 : แบบทดสอบหลัก (Main Test)

ชุดที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบหลักนี้เป็นแบบทดสอบชั้นที่ 2 ของแบบทดสอบสองชั้นตอนสำหรับผู้ตอบแบบทดสอบชั้นที่ 1 แล้ว
2. แบบทดสอบหลักสูตรชุดนี้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ

ตัวอย่างข้อสอบ . 00 วัตถุมีความเร็วต้น  $40 \text{ m/s}$  ใช้แรงมาต้านทำให้เกิดความเร่งที่เป็นลบ  $5 \text{ m/s}^2$  นานกี่วินาที วัตถุจะมีความเร็วกลายเป็นศูนย์

- |         |        |
|---------|--------|
| ก. 2 s  | ข. 4 s |
| ค. 6 s  | ง. 8 s |
| จ. 10 s |        |

คำตอบ (ทำในกระดาษคำตอบ) ถ้าต้องการตอบข้อ ค. ทำดังนี้

0.0 ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำดังนี้

0.0 ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

3. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
4. ห้ามขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้ ให้ทศในกระดาษทดที่แจกให้เท่านั้น
5. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบหลัก 30 ข้อนี้ 50 นาที

เปิดไปทำข้อสอบเมื่อกรรมการสั่งให้ลงมือทำ

1. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในเวลา 2 วินาที จะเคลื่อนที่ได้ทางเท่าไร

ก. 5 เมตร

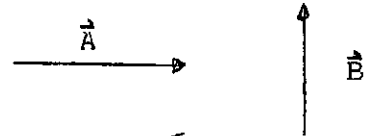
ข. 8 เมตร


ค. 10 เมตร

ง. 12 เมตร

จ. 20 เมตร

2. จากเวกเตอร์  $\vec{A} + \vec{B}$  เวกเตอร์ลัพธ์ที่ก่อขึ้นคือ



ก. 

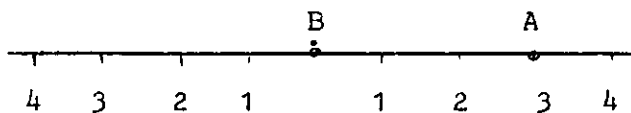
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

3. จากรูปจงบอกตำแหน่งของ A เมื่อ B เป็นจุดอ้างอิง



ก. 2

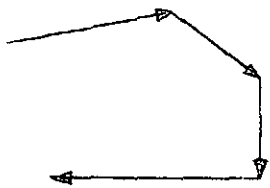
ข. -2

ค. 3

ง. -3

จ. 4

4. ถ้าเวกเตอร์ 4 เวกเตอร์ กระทำต่อกันในระนาบเดียวกัน ดังแสดงภาพ



ถามว่าเวกเตอร์ที่ 5 จะเป็นดังข้อใดจึงจะทำให้ผลลัพธ์ของเวกเตอร์ทั้ง 5 เวกเตอร์ เป็นศูนย์

ก.

ค.

จ.



ข.

ง.



5. จากรูปข้อใดคือการขจัดคลัสต์

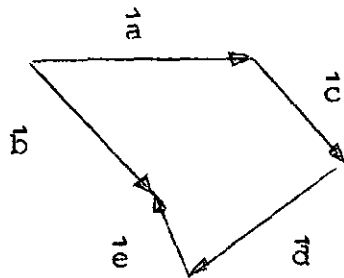
ก. ๑

ข. ๒

ค. ๓

ง. ๔

จ. ๕



6. เรียนเรื่องการเคลื่อนที่มีประโยชน์หรือไม่ ?

ก. มี เพราะได้ความรู้มาก

ข. มี เพราะนำไปใช้ได้ทันที

ค. มี เพราะสามารถอธิบายปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ได้

ง. ไม่มี เพราะไม่เรียนก็รู้ได้เรื่องการเคลื่อนที่พื้นฐาน

จ. ไม่มี เพราะถึงไม่เรียนวัตถุก็เคลื่อนที่โดยธรรมชาติอยู่แล้ว

7 ข้อใดที่มีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปเมื่อนำเหล็กแท่งหนึ่งไปวางไว้บนดวงจันทร์

ก. มวล

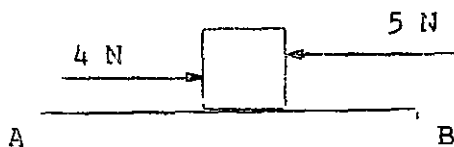
ข. ขนาด

ค. น้ำหนัก

ง. ปริมาตร

จ. ความหนาแน่น

8. ข้อใดบอกความหมายของการจัดได้ถูกต้อง
- การลากเส้นตรงที่สั้นที่สุด
  - การกิดระยะทางสุดท้าย
  - การนำปริมาณเวกเตอร์มาบวกกัน
  - การเขียนลูกศรแบบหางต่อหัวต่อไปจนถึงที่สุด
  - เส้นตรงที่ลากจากจุดตั้งต้นไปถึงจุดสุดท้ายมีทิศไปทางจุดสุดท้าย
9. สาเหตุที่ทำให้ วัตถุมีการ เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่คืออะไร
- มวล
  - แรง
  - เวลา
  - ระยะทาง
  - ความเร็ว
10. รถแข่ง 10 คัน วิ่งแข่งกันบนทางรูปไข่ ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อความที่ถูกต้องสำหรับรถแข่งทุกคัน หลังจากทีวิ่งได้ทางครบ 1 รอบ
- ระยะทางที่วิ่งได้ไม่เท่ากัน
  - การจัดเป็นศูนย์
  - ความเร็วไม่เท่ากัน
  - อัตราเร็วเท่ากัน
  - เวลาที่ใช้เท่ากัน
11. ปริมาณในข้อใดที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ทั้งหมด
- แรง ความเร็ว
  - งาน, ความเร็ว
  - งาน, พลังงาน
  - แรง, พลังงาน
  - พลังงาน, ความเร็ว
12. จากรูปวัตถุจะมีสภาพอย่างไร ถ้าพื้นราบเกลี้ยง
- หยุดนิ่งระหว่าง A กับ B
  - เปลี่ยนสภาพไปทาง B
  - เคลื่อนที่ไปทาง A
  - โมเมนต์เป็นศูนย์
  - หมุนอยู่ที่เดิม





17. เวกเตอร์ขนาด 3 และ 5 หน่วย มีทิศทางตรงกันข้ามกัน ผลบวกของเวกเตอร์ทั้งสองเป็นเท่าใด ?

ก. 8 หน่วย

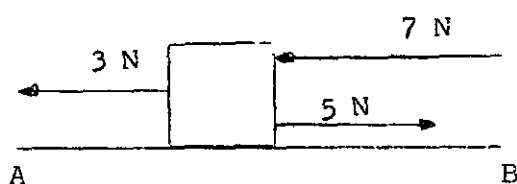
ข. 5 หน่วย

ข. 3 หน่วย

ง. 2 หน่วย

จ. 1 หน่วย

18. ข้อใดคือแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อออกแรงกระทำบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน ดังรูป



ก. แรง 1 นิวตันไปทาง A

ข. แรง 3 นิวตันไปทาง B

ค. แรง 5 นิวตันไปทาง A

ง. แรง 7 นิวตันไปทาง B

จ. แรง 9 นิวตันไปทาง A

19. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. ระยะทาง

ข. การขจัด

ค. พลังงาน

ง. เวลา

จ. งาน

20. วัตถุมีความเร่ง  $4$  เมตร/วินาที<sup>2</sup> ความเร็วต้น  $10$  เมตร/วินาที ในเวลา  $5$  วินาที

ก ความเร็วปลายจะมีค่าเท่าไร

ก. 14 เมตร/วินาที

ข. 15 เมตร/วินาที

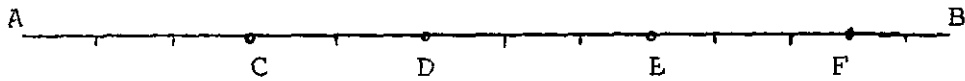
ค. 19 เมตร/วินาที

ง. 20 เมตร/วินาที

จ. 30 เมตร/วินาที

21. ก่ากล่าวใดถูกต้องที่สุด
- ปริมาณเวกเตอร์คือ สเกลาร์ที่ไม่มีทิศทาง
  - ปริมาณเวกเตอร์คือ ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง
  - ปริมาณเวกเตอร์บางชนิดไม่จำเป็นต้องบอกทิศทางก็ได้
  - ปริมาณสเกลาร์คือ ปริมาณที่บอกเพียงขนาดอย่างเดียว
  - ปริมาณสเกลาร์คือ ปริมาณใด ๆ ก็ได้ที่นับเป็นปริมาณทั้งหมด
22. การบอกตำแหน่งของวัตถุข้อใดบอกได้ถูกต้องชัดเจนที่สุด
- ถูกฟุตบอลอยู่ห่างขอบสนาม 2 เมตร
  - ลูกบาสเก็ตบอลกระดอนจากพื้นสูง 3 เมตร
  - ลูกวอลเลย์บอลอยู่เหนือตาข่ายห่างจากกรรมการ 1 เมตร
  - ลูกเทนนิสกำลังจะกระทบกับไม้ตีของฝ่ายรุก
  - ลูกรักบี้หลุดจากมือผู้เล่นตกถูกพื้นแล้วกระดอนเฉียง ๆ
23. วัตถุมวล 20 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยทวาวเร่งคงที่ 2 เมตร/วินาที<sup>2</sup> จะมีแรงกระทำกี่นิวตัน
- |       |       |
|-------|-------|
| ก. 10 | ข. 20 |
| ค. 30 | ง. 40 |
| จ. 60 |       |
24. แรงสุทธิ 10 N กระทำให้วัตถุหนึ่งมีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจากหยุดนิ่งถึง 25 m/s ในเวลา 5 s แสดงว่าวัตถุนี้มีมวลเท่าไร
- |            |           |
|------------|-----------|
| ก. 2 kg    | ข. 2.5 kg |
| ค. 12.5 kg | ง. 50 kg  |
| จ. 250 kg  |           |

25. จากรูป ถ้า D เทียบ E เท่ากับ 30 C เทียบกับ A เท่ากับ -40  
ค่ากล่าวไว้ในข้อใดถูกต้อง



- ก. E เทียบกับ B เท่ากับ -50      ข. C เทียบกับ D เท่ากับ -20  
 ข. B เทียบกับ F เท่ากับ 20      ง. F เทียบกับ D เท่ากับ -60  
 จ. A เทียบกับ E เท่ากับ -90
26. รถคันหนึ่งมีความเร็ว  $15 \text{ m/s}^2$  จะต้องใช้เวลานานเท่าไร ในการเปลี่ยนความเร็ว  
จาก  $10 \text{ m/s}$  เป็น  $70 \text{ m/s}$
- ก.  $4.0 \text{ s}$       ข.  $4.7 \text{ s}$   
 ค.  $6.0 \text{ s}$       ง.  $60 \text{ s}$   
 จ.  $900 \text{ s}$
27. รถยนต์คันหนึ่งมีความเร็วต้น  $50 \text{ m/s}$  ความเร่ง  $4 \text{ m/s}^2$  ในเวลา  $10 \text{ s}$   
หลังจากเริ่มเร่งเครื่อง รถจะไปได้ไกลเท่าไร
- ก.  $200 \text{ m}$       ข.  $300 \text{ m}$   
 ค.  $500 \text{ m}$       ง.  $700 \text{ m}$   
 จ.  $800 \text{ m}$
28. ข้อใดบอกความหมายของมวลได้ถูกต้อง
- ก. ปริมาณเนื้อสาร  
 ข. น้ำหนักของสารนั้น  
 ค. สมบัติเฉพาะตัวของสารที่มีอยู่  
 ง. สมบัติที่จะต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่  
 จ. สมบัติที่บอกถึงปริมาณภายในที่จะเปลี่ยนไปตามการเคลื่อนที่

29. เวกเตอร์  $\vec{a}$  ขนาด 1 หน่วย เวกเตอร์  $\vec{b}$  ขนาด 4 หน่วย ทำมุม  $90^\circ$  กับเวกเตอร์  $\vec{a}$  และเวกเตอร์  $\vec{c}$  ขนาด 2 หน่วย มีทิศเดียวกับเวกเตอร์  $\vec{a}$  ขนาดของเวกเตอร์  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$  มีค่าเท่าใด ?

ก. 8 หน่วย

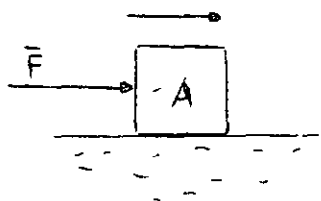
ข. 7 หน่วย

ค. 6 หน่วย

ง. 5 หน่วย

จ. 4 หน่วย

30. จากรูป



จงหาค่าของแรง  $F$  ที่ทำให้วัตถุ  $A$  มวล  $2 \text{ kg}$  มีความเร็วเปลี่ยนไป  $10 \text{ m/s}$  ในเวลา  $5 \text{ s}$

ก. 1 N

ข. 2 N

ค. 4 N

ง. 20 N

จ. 100 N

หมายเลขข้อสอบ

แบบทดสอบสองขั้นตอน (Two - Stage Test)

วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่

แบบทดสอบขั้นที่ 2 : แบบทดสอบหลัก (Main Test)

ชุดที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบหลักนี้ เป็นแบบทดสอบขั้นที่ 2 ของแบบทดสอบสองขั้นตอน สำหรับผู้ตอบแบบทดสอบขั้นที่ 1 แล้ว
2. แบบทดสอบหลักชุดนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ

ตัวอย่างข้อสอบ 00. วัตถุมีความเร็วต้น  $40 \text{ m/s}$  ใช้แรงมาต้านทำให้เกิดความเร่งที่เป็นลบ  $5 \text{ m/s}^2$  นานกี่วินาที วัตถุจะมีความเร็วกลายเป็นศูนย์

- |         |        |
|---------|--------|
| ก. 2 s  | ข. 4 s |
| ค. 6 s  | ง. 8 s |
| จ. 10 s |        |

คำตอบ (ทำในกระดาษคำตอบ) ถ้าต้องการตอบข้อ ก. ทำดังนี้

00. ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำดังนี้

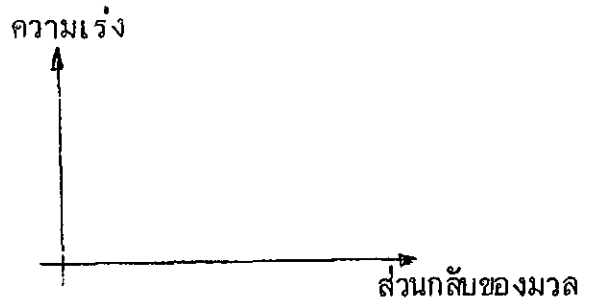
00. ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

3. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
4. ห้ามขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในตัวข้อสอบฉบับนี้ ให้ทดในกระดาษทดที่แจกให้เท่านั้น
5. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบหลัก 30 ข้อนี้ 50 นาที

เปิดไปทำข้อสอบเมื่อกรรมการสั่งให้ลงมือทำ

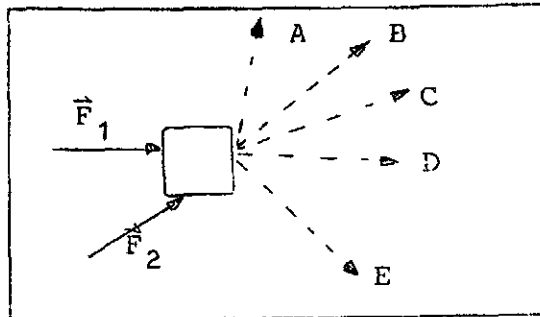
1. ความชันของกราฟระหว่างความเร่งกับส่วนกลับของมวลแทนปริมาตรใด

- ก. การขจัด
- ข. ความเร่ง
- ค. มวลที่ถูกแรงกระทำ
- ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวล
- จ. ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่



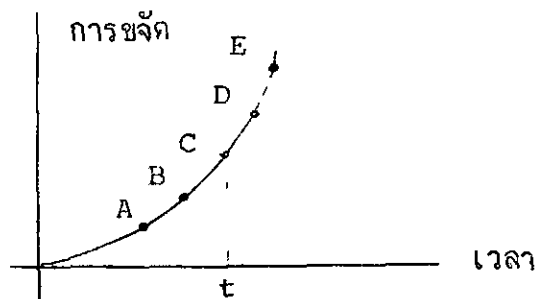
2. จากรูปวัตถุวางบนพื้นแล้วมีแรง  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  กระทำ วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทางทิศใด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E



3. จากกราฟการขจัดกับเวลาของรถคันหนึ่งที่แล่นเป็นเส้นตรง ความเร็วชั่วขณะเวลา  $t$  มีค่าประมาณมากที่สุด โดยความชันของเส้นตรงที่ลากระหว่างจุดใดกับจุดใด

- ก. A และ C
- ข. A และ D
- ค. A และ E
- ง. B และ D
- จ. B และ E



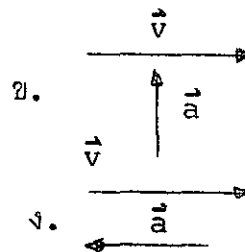
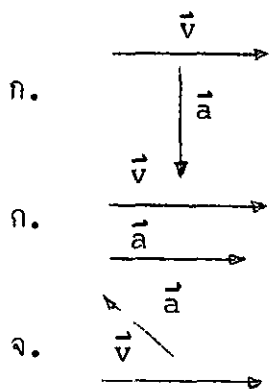
4. แรง 8.0 N กระทำต่อมวล 2.0 kg ซึ่งวางอยู่บนพื้นราบลื่น ถ้ามวล 2.0 kg เคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง เวลาผ่านไป 8.0 s จะได้การขจัดเท่าไร

- |          |          |
|----------|----------|
| ก. 48 m  | ข. 68 m  |
| ค. 88 m  | ค. 108 m |
| จ. 128 m |          |

5. ข้อใดถูกต้องเมื่อมีคำกล่าวดังนี้

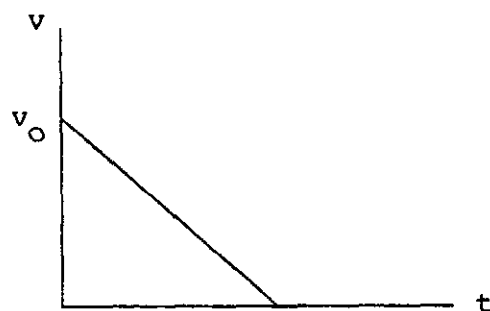
1. มีแรงหลายแรงกระทำต่อมวล มวลนั้นอาจเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
  2. วัตถุจะรักษาสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำ
- ก. ข้อ 1 และ 2 ถูก 2 เป็นเหตุผลของ 1
- ข. ข้อ 1 และ 2 ถูก ไม่เป็นเหตุผลต่อกัน
- ค. ข้อ 1 ถูก 2 ผิด
- ง. ข้อ 2 ผิด 1 ถูก
- จ. ข้อ 1 และ 2 ผิด

6. ในกรณีคนขับรถยนต์เหยียบเบรคแล้ว รถยนต์ยังเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่งจึงหยุด ข้อใดที่แสดงถึงทิศทางของความเร็ว ( $\vec{v}$ ) และความเร่ง ( $\vec{a}$ )



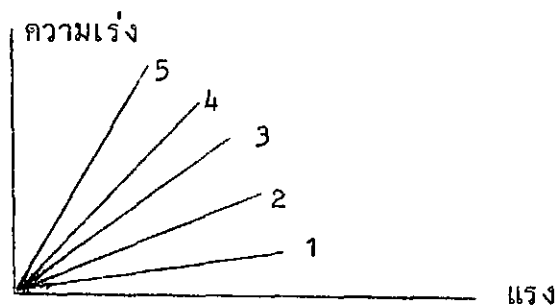
7. กราฟดังรูปสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ข้อใด

- ก. การหล่นของมะพร้าว
- ข. การไหลของรถจากเนินเขา
- ค. การเคลื่อนที่ของรถซึ่งถูกห้ามล้อ
- ง. การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง
- จ. การดึงวัตถุบนพื้นที่มีแรงเสียดทาน



8. จากรูป กราฟเส้นโคแสดงว่ามวลมีค่ามากที่สุด

- ก. 1  
ข. 2  
ค. 3  
ง. 4  
จ. 5



9. รถคันหนึ่งแล่นได้ 35 m ในวินาทีที่ 7 และ 20 m ในวินาทีที่ 10 ด้วยความเร่งคงที่เท่าไร ?

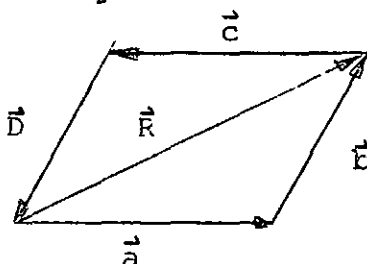
- ก. 1.0 m/s<sup>2</sup>  
ข. 2.3 m/s<sup>2</sup>  
ค. 3.8 m/s<sup>2</sup>  
ง. 5.0 m/s<sup>2</sup>  
จ. 7.5 m/s<sup>2</sup>

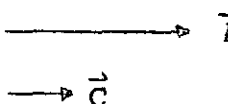
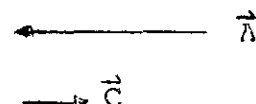
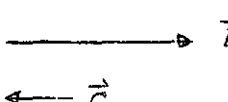
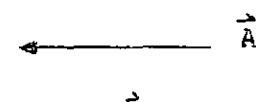
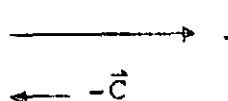
10. มวล 2 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4 m/s เมื่อมีแรง 4 N มากกระทำ มวลนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร ?

- ก.  $\frac{1}{2}$  m/s<sup>2</sup>  
ข. 2 m/s<sup>2</sup>  
ค. 4 m/s<sup>2</sup>  
ง. 6 m/s<sup>2</sup>  
จ. 8 m/s<sup>2</sup>

11. ความสัมพันธ์ของ  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  และ  $\vec{d}$  ตามรูปคือข้อใด

- ก.  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{d}$   
ข.  $\vec{a} + \vec{c} = \vec{b} + \vec{d}$   
ค.  $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} + \vec{d}$   
ง.  $\vec{c} + \vec{d} = \vec{a}$   
จ.  $\vec{c} - \vec{a} = \vec{b}$



12. วัตถุเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เมื่อไม่คิดแรงพียงและแรงต้านของอากาศข้อใดผิด
- ก. เวลาที่ใช้ขาขึ้นกับขาลงเท่ากัน      ข. ความเร็วเป็นศูนย์ที่จุดสูงสุด
- ค. ความเร่งเท่ากับขาขึ้นและขาลง      ง. ความเร่งที่จุดสูงสุดเป็นศูนย์
- จ. ระยะทางขาขึ้นเท่ากับขาลง
13. บนฝั่งของแม่น้ำแห่งหนึ่งมีสะพานข้ามจากฝั่ง A ไปยังฝั่ง B ซึ่งอยู่ห่างกัน 1 กม. ชายคนหนึ่งเดินกลับไปกลับมาจาก A ไปยัง B ด้วยความเร็ว 4 กม/ชม. ชายอีกคนหนึ่งพายเรือกลับไปกลับมาจาก B ไป A ด้วยความเร็ว 6 กม/ชม. ชายทั้งสองจะมาอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน (พบกัน) ครั้งแรก เมื่อชายคนแรกเดินได้ระยะทางเท่าไร ? (เริ่มต้นเดินทางพร้อมกัน)
- ก. 2000 เมตร      ข. 400 เมตร
- ค. 350 เมตร      ง. 300 เมตร
- จ. 250 เมตร
14. ขว้างก้อนหินขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็ว 20 m/s นานกี่วินาทีที่ก้อนหินจึงจะเคลื่อนที่ผ่านจุดที่ขว้าง
- ก. 2 s      ข. 4 s
- ค. 6 s      ง. 8 s
- จ. 10 s
15. ถ้า  $\vec{A} - 3\vec{C} = 0$  ภาพในข้อใดที่แทนข้อความดังกล่าวข้างบน
- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

16. แรง  $F$  กระทำต่อวัตถุมวล  $m_1$  ทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $a_1$  และเมื่อกระทำต่อมวล  $m_2$  ทำให้  $m_2$  เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $a_2$  ถ้ามวลทั้งสองรวมกันจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

ก.  $\frac{1}{2} (a_1 + a_2)$

ข.  $a_1 + a_2$

ค.  $\frac{F}{m_1 + m_2}$

ง.  $\frac{m_1 a_2}{m_1 + m_2}$

จ.  $\frac{m_1 a_1 + m_2 a_2}{m_1 + m_2}$

17. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. นายตีตักน้ำได้ชั่วโมงละ 2 ตุ่ม

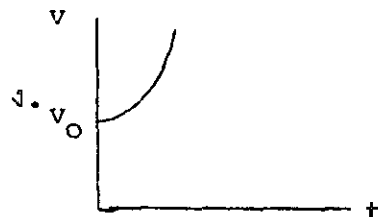
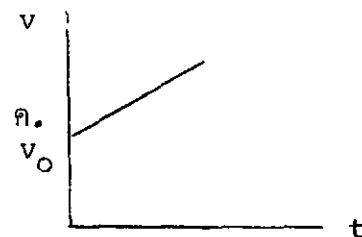
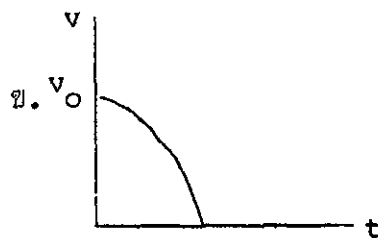
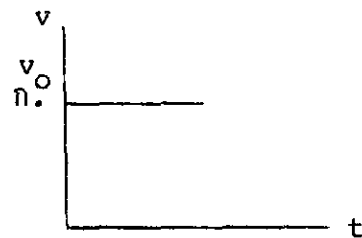
ข. นายโกวิ่งได้เร็ว 20 เมตร ในเวลา 5 วินาที

ค. นายอ้อดแบกข้าวสารให้ครึ่งละ 2 กระสอบ

ง. นายบบเขียนจดหมายถึงแฟนวันละ 5 ฉบับ

จ. นายแป้วเดินจากประตูฟุตบอลไปถึงตึกเรียน

18. ในการขว้างวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งจากผิวโลกด้วยความเร็ว  $v_0$  กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาควรเป็นดังข้อใด







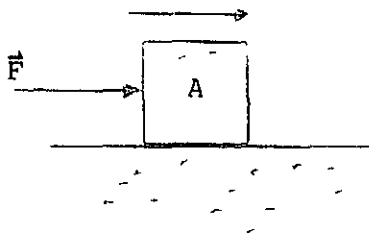
28. ข้อใดบอกความหมายของมวลได้ถูกต้อง

- ก. ปริมาณเนื้อสาร
- ข. น้ำหนักของสารนั้น
- ค. สมบัติเฉพาะตัวของสารที่มีอยู่
- ง. สมบัติที่จะต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่
- จ. สมบัติที่บอกถึงปริมาณภายในที่จะเปลี่ยนไปตามการเคลื่อนที่

29. เวกเตอร์  $\vec{a}$  ขนาด 1 หน่วย เวกเตอร์  $\vec{b}$  ขนาด 4 หน่วย ทำมุม  $90^\circ$  กับ เวกเตอร์  $\vec{a}$  และ เวกเตอร์  $\vec{c}$  ขนาด 2 หน่วย มีทิศเดียวกับ เวกเตอร์  $\vec{a}$  ขนาดของ เวกเตอร์  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$  มีค่าเท่าใด ?

- ก. 8 หน่วย
- ข. 7 หน่วย
- ค. 6 หน่วย
- ง. 5 หน่วย
- จ. 4 หน่วย

30. จากรูป



จงหาค่าของแรง  $F$  ที่ทำให้วัตถุ A มวล

2 kg มีความเร็วเปลี่ยนไป 10 m/s ในเวลา 5 s

- ก. 1 N
- ข. 2 N
- ค. 4 N
- ง. 20 N
- จ. 100 N

หมายเลขข้อสอบ

(

แบบทดสอบสองขั้นตอน (Two - Stage Test)

วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่

แบบทดสอบขั้นที่ 2 : แบบทดสอบหลัก (Main Test)

ชุดที่ 3

คำชี้แจง

- แบบทดสอบหลักนี้เป็นแบบทดสอบขั้นที่ 2 ของแบบทดสอบสองขั้นตอน สำหรับผู้ตอบแบบทดสอบขั้นที่ 1 แล้ว
  - แบบทดสอบหลักชุดนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ
- ตัวอย่างข้อสอบ : 00. วัตถุมีความเร็วต้น  $4 \text{ m/s}$  ใช้แรงมาต้านทำให้เกิดความเร่งที่เป็นลบ  $5 \text{ m/s}^2$  นานกี่วินาที วัตถุจะมีความเร็วกลายเป็นศูนย์

- |         |        |
|---------|--------|
| ก. 2 s  | ข. 4 s |
| ก. 6 s  | ง. 8 s |
| จ. 10 s |        |

คำตอบ (ทำในกระดาษคำตอบ) ถ้าต้องการตอบข้อ ก. ทำดังนี้

00. ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำดังนี้

00. ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

- ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
- ห้ามขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในตัวข้อสอบฉบับนี้ ให้ทศในกระดาษที่แจกให้เท่านั้น
- ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบหลัก 30 ข้อ 50 นาที

เปิดใบทำข้อสอบเมื่อกรรมการสั่งให้ลงมือทำ

1. เมื่อวางหนังสือบนโต๊ะและกำหนดให้แรงที่โต๊ะกระทำต่อหนังสือเป็นแรงกิริยา แรงใดเป็นแรงปฏิกิริยา

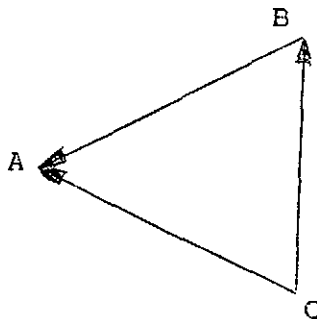
- ก. แรงดึงดูดของโลก
- ข. น้ำหนักของหนังสือ
- ค. แรงที่หนังสือกระทำต่อโต๊ะ
- ง. แรงที่โลกกระทำต่อหนังสือ
- จ. แรงที่โต๊ะกระทำต่อหนังสือในทีกลง

2. หินก้อนหนึ่งตกลงจากหน้าผาอย่างอิสระจะมีความเร็วเท่าไร เมื่อตกลงมาได้ 500m

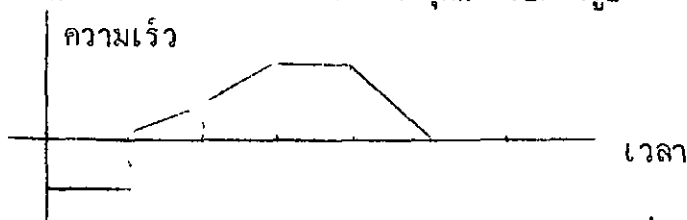
- ก. 50 m/s
- ข. 100 m/s
- ค. 500 m/s
- ง. 1000 m/s
- จ. 1500 m/s

3. จากแผนภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์ทั้งหมดจะเป็นดังข้อใด ?

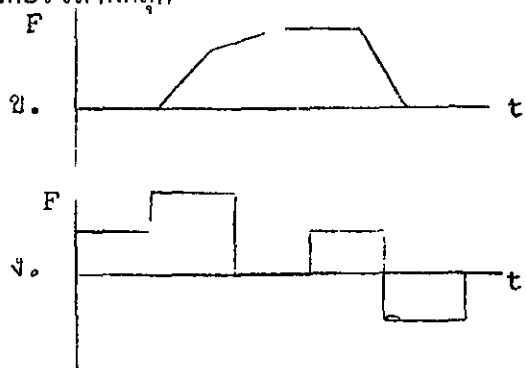
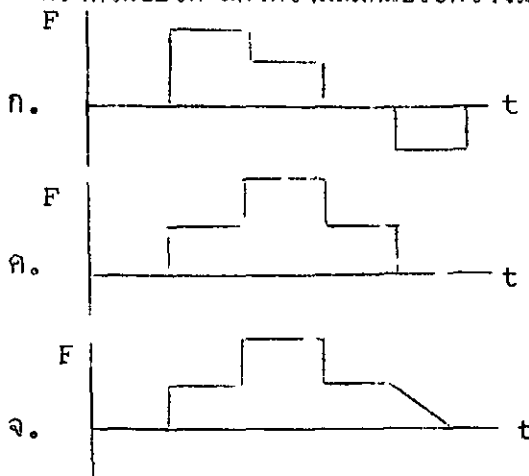
- ก.  $\vec{AB} = \vec{AO} + \vec{BO}$
- ข.  $\vec{AO} = \vec{BO} - \vec{AB}$
- ค.  $\vec{BO} = \vec{AO} + \vec{AB}$
- ง.  $\vec{AB} = \vec{AO} - \vec{BO}$
- จ.  $\vec{AO} = \vec{AB} - \vec{BO}$



4. กราฟแสดงความเร็วกับเวลาของวัตถุหนึ่ง เป็นดังรูป



กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาที่สิ้นสุด



5. จากรูปแรง  $\vec{F}$  จะต้องมีย่านค่าน้อยที่สุดเท่าไร จึงจะทำให้แรงที่วัตถุกดพื้น มีค่าเป็น ศูนย์

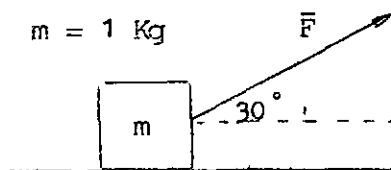
ก. 5 นิวตัน

ข. 10 นิวตัน

ค.  $5\sqrt{3}$  นิวตัน

ง. 20 นิวตัน

จ.  $20\sqrt{3}$  นิวตัน



6. รถตำรวจแล่นตามรถคนร้ายซึ่งขับหนีไปก่อนหน้าที่ตำรวจจะมาถึงที่เกิดเหตุเป็นเวลา  $\frac{1}{2}$  hr ด้วยความเร็ว 60 km/hr รถตำรวจจะห้วงใช้ความเร็วเท่าไรจึงจะตามรถคนร้ายได้ทันในเวลา 1 hr

ก. 80 km/hr

ข. 90 km/hr

ค. 100 km/hr

ง. 110 km/hr

จ. 120 km/hr

7. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือช้าลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งหยุดแล้วเคลื่อนที่กลับปทางทิศใต้ทันที ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่าอนุภาคมีความเร่งเป็นเช่นไร ?

ก. ไม่สม่ำเสมอ

ข. คงที่ทิศเหนือ

ค. คงที่ทิศใต้

ง. ทิศเหนือในตอนแรกแล้วกลับทิศในตอนหลัง

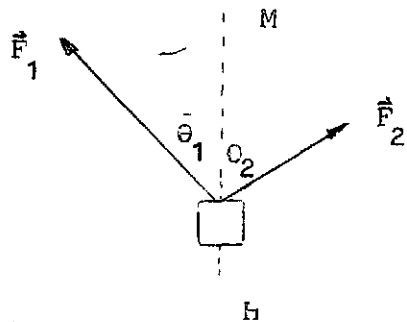
จ. ทิศใต้ในตอนแรกแล้วกลับทิศในตอนหลัง

8. แรงขนาด 3 นิวตัน และ 4 นิวตัน กระทำต่อมวล 0.5 กิโลกรัม ในทิศตั้งฉากกัน จะทำให้มวลก้อนนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าไร ?

- ก. 6  $\text{m/s}^2$
- ข. 8  $\text{m/s}^2$
- ค. 10  $\text{m/s}^2$
- ง. 14  $\text{m/s}^2$
- จ. 16  $\text{m/s}^2$

9. จากรูป ถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นตามแนว MH จะต้องมีเงื่อนไขตามข้อใด

- ก.  $F_1 = F_2$
- ข.  $F_1 \neq F_2$  แต่  $\theta_1 = \theta_2$
- ค.  $F_1 \sin \theta_1 = F_2 \sin \theta_2$
- ง.  $F_1 \sin \theta_1 = F_2 \cos \theta_2$
- จ.  $F_1 \cos \theta_1 = F_2 \sin \theta_2$

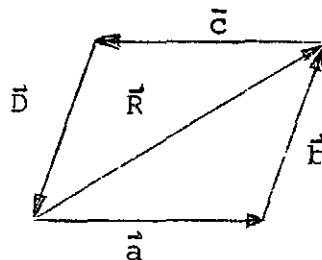


10. ปรากฏการณ์ดังข้อใดที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

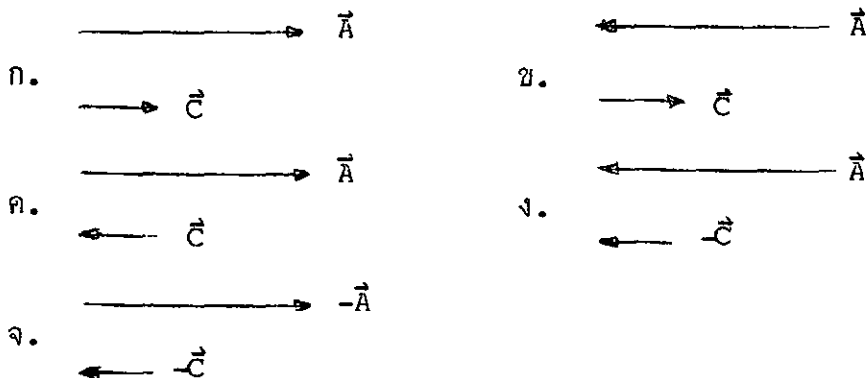
- ก. วัตถุวางนิ่งอยู่บนพื้นเอียง
- ข. นิพนธ์ผลิตรถสปีดสเตอร์ไม่เขยื้อน
- ค. ปัญญาเสียหลักเมื่อรถทัวร์เบรกระงับทันที
- ง. นัยนาเล่นกระดานลื่นที่สนามเด็กเล่น
- จ. ลูกกลมเหล็กมวลเท่ากันกลิ้งผ่านรอกลื่นด้วยเชือกเบา

11. ความสัมพันธ์ของ  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  และ  $\vec{D}$  ตามรูปคือข้อใด

- ก.  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{D}$
- ข.  $\vec{a} + \vec{c} = \vec{D} + \vec{b}$
- ค.  $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} + \vec{D}$
- ง.  $\vec{c} + \vec{D} = \vec{a}$
- จ.  $\vec{c} - \vec{a} = \vec{b}$



12. วัตถุเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เมื่อไม่คิดแรงพยางและแรงต้านของอากาศข้อใดผิด
- ก. เวลาที่ใช้ขาขึ้นกับขาลงเท่ากัน      ข. ความเร็วเป็นศูนย์ที่จุดสูงสุด
- ค. ความเร่งเท่ากับขาขึ้นและขาลง      ง. ความเร่งที่จุดสูงสุดเป็นศูนย์
- จ. ระยะทางขาขึ้นเท่ากับขาลง
13. บนฝั่งของแม่น้ำแห่งหนึ่งมีสะพานข้ามจากฝั่ง A ไปยังฝั่ง B ซึ่งอยู่ห่างกัน 1 กม. ชายคนหนึ่งเดินกลับไปกลับมาจาก A ไปยัง B ด้วยความเร็ว 4 กม/ชม. ชายอีกคนหนึ่งพายเรือกลับไปกลับมาจาก B ไป A ด้วยความเร็ว 6 กม/ชม. ชายทั้งสองจะมาอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน (พบกัน) ครั้งแรก เมื่อชายคนแรกเดินได้ระยะทางเท่าไร ? (เริ่มต้นเดินทางพร้อมกัน)
- ก. 2000 เมตร      ข. 400 เมตร
- ค. 350 เมตร      ง. 300 เมตร
- จ. 250 เมตร
14. ขว้างก้อนหินขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็ว 20 m/s นานกี่วินาทีก้อนหินจึงจะเคลื่อนที่ผ่านจุดที่ขว้าง
- ก. 2 s      ข. 4 s
- ค. 6 s      ง. 8 s
- จ. 10 s
15. ถ้า  $\vec{A} - 3\vec{C} = 0$  ภาพในข้อใดที่แทนข้อความดังกล่าวข้างบน



16. แรง  $F$  กระทำต่อวัตถุมวล  $m_1$  ทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $a_1$  และเมื่อกระทำต่อมวล  $m_2$  ทำให้  $m_2$  เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $a_2$  ถ้ามวลทั้งสองรวมกันจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

ก.  $\frac{1}{2} (a_1 + a_2)$

ข.  $a_1 + a_2$

ค.  $\frac{F}{m_1 + m_2}$

ง.  $\frac{m_1 a_2}{m_1 + m_2}$

จ.  $\frac{m_1 a_1 + m_2 a_2}{m_1 + m_2}$

17. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. นายต้มตักน้ำได้ชั่วโมงละ 2 ตุ่ม

ข. นายโก้วิ่งได้เร็ว 20 เมตร ในเวลา 5 นาที

ค. นายอ้อดแบกข้าวสารได้ครั้งละ 2 กระสอบ

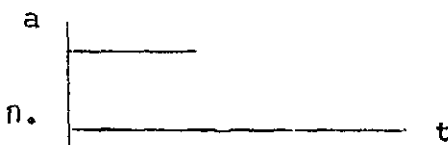
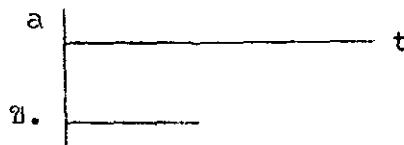


ง. นายบวบเขียนจดหมายถึงแฟนวันละ 5 ฉบับ

จ. นายแป้วเดินจากประตูฟุตบอลไปถึงตึกเรียน

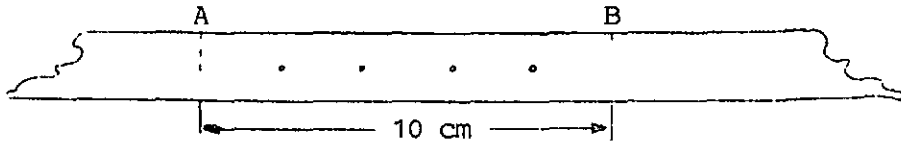
18. ในการขว้างวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งจากผิวโลกด้วยความเร็ว  $v_0$  กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาควรถูกเป็นดังข้อใด





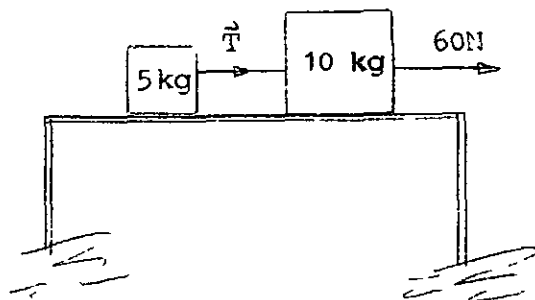
22. นายวุฒินั่งรถเมล์เมื่อรถเบรคจึงคะมำไปชนหนักแก้อัหน้าผากแตก เหตุการณ์นี้จะไม่ เกิดถ้านายวุฒิปฎิบัติตามข้อใด
- ก. ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน  
 ข. ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน  
 ค. ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน  
 ง. ตามกฎการเคลื่อนที่ทั้ง 3 ข้อของนิวตัน  
 จ. ไม่มีความเชื่อใจในตัว
23. แรง  $P$  กระทำต่อมวล  $2 \text{ kg}$  ทำให้เกิดความเร่ง  $10 \text{ m/s}^2$  ทิศเหนือถ้าแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุ  $5 \text{ N}$  คงที่ แรง  $P$  เท่ากับเท่าใด
- ก.  $15 \text{ N}$  ทิศเหนือ  
 ข.  $20 \text{ N}$  ทิศเหนือ  
 ค.  $20 \text{ N}$  ทิศใต้  
 ง.  $25 \text{ N}$  ทิศเหนือ  
 จ.  $25 \text{ N}$  ทิศใต้
24. ปาวัตถุลงมาด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่งในแนวตั้ง เมื่อเวลาผ่านไป  $10 \text{ s}$  วัตถุนั้นมีความเร็วเปลี่ยนไปเท่าไร ?
- ก.  $1 \text{ m/s}$   
 ข.  $10 \text{ m/s}$   
 ค.  $50 \text{ m/s}$   
 ง.  $100 \text{ m/s}$   
 จ. หาค่าไม่ได้
25. ขวางวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็ว  $v_0$  กราฟของความเร่งกับเวลา ควรเป็นดังข้อใด
- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. ไม่มีกราฟของความเร่ง-เวลา

26. ส่วนหนึ่งของแถบกระดาษที่ติดกับรถทดลองซึ่งลากผ่านเครื่องเคาะสัญญาณชนิดเคาะ 50 ครั้งต่อวินาที เป็นดังรูป จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยระหว่าง A กับ B



- ก.  $1 \times 10^{-2}$  m/s                      ข.  $2 \times 10^{-2}$  m/s  
 ค.  $8 \times 10^{-1}$  m/s                      ง. 1 m/s  
 จ.  $10^2$  m/s
27. ระนาบเอียงที่มีการชดเชยแรงเสียดทานแล้ว วัตถุจะไถลลงตามระนาบเอียงนี้ได้อย่างไร
- ก. ความเร่งคงที่                      ข. ความหน่วงคงที่  
 ค. ความเร็วคงที่                      ง. ความเร็วไม่คงที่  
 จ. การขจัดลดลงตามเวลา
28. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา มีลักษณะดังข้อใด ?
- ก. ขนาดเท่ากันเกิดไม่พร้อมกัน  
 ข. กระทำต่อวัตถุเดียวกันพร้อมกัน  
 ค. กระทำต่อวัตถุต่างก้อนพร้อมกัน  
 ง. แนวแรงขนานกันขนาดเท่ากัน  
 จ. แนวแรงอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันขนาดไม่เท่ากัน
29. มวล 5 kg และ 10 kg วางอยู่บนโต๊ะผิวเกลี้ยง มีเชือกเบาโยงระหว่างมวล 10 kg และ 5 kg มีแรงดึงขนาด 60 นิวตัน ดังรูป ความตึงในเส้นเชือกจะเป็นเท่าใด

- ก. 20 นิวตัน  
 ข. 30 นิวตัน  
 ค. 40 นิวตัน  
 ง. 60 นิวตัน  
 จ. 90 นิวตัน



30. จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจะใช้ได้ในกรณีของผู้สังเกตอยู่ในลักษณะใดบ้าง

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| 1) หยุดนิ่ง        | 2) มีความเร็วคงที่    |
| 3) มีความเร่งคงที่ | 4) มีความเร่งไม่คงที่ |

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด ?

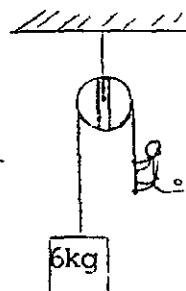
- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1, 2, 3 และ 4 | ข. ข้อ 1, 2 และ 3 |
| ค. ข้อ 1 และ 2       | ง. ข้อ 1 เท่านั้น |
| จ. ไม่ใช่ทุกข้อ      |                   |

• \_\_\_\_\_ •





5. ถ้ามีแรงคงที่ 10 นิวตัน กระทำต่อวัตถุซึ่งหยุดนิ่ง มวล 5 kg ถาม วัตถุจะมีสภาพอย่างไร
- หยุดการเคลื่อนที่ทันที
  - เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
  - มีความเร่งคงที่ 5 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
  - มีความเร็วปลาย 20 เมตร/วินาที
  - เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ตลอดเวลา
6. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง แสดงว่าวัตถุนี้มีลักษณะดังข้อใด ?
- มีมวลเพิ่มขึ้น
  - ตกลงสู่พื้น
  - มีความเร็วเพิ่มขึ้น
  - มีแรงสุทธิกระทำ
  - มีแรงหลายแรงกระทำ
7. เดินทางเป็นเส้นตรงจาก A ไป B ด้วยความเร็ว 60 km/hr แล้วเดินทางกลับ A ด้วยความเร็ว 40 km/hr จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยในการเดินทางไปและกลับ
- ศูนย์
  - 20 km/hr
  - 48 km/hr
  - 50 km/hr
  - 52 km/hr
8. วัตถุตกอย่างอิสระจากจุด ๆ หนึ่ง เคลื่อนที่ได้  $\frac{16}{25}$  ของความสูง ในวินาทีสุดท้าย เวลาที่ใช้ทั้งหมดเท่าไร ?
- 1.3 s
  - 2.5 s
  - 3.0 s
  - 4.0 s
  - 6.0 s
9. ลึงมวล 4 kg จะต้องไต่เชือกด้วยความเร่งเท่าใด จึงจะดึงมวล 6 kg ที่ปลายเชือกข้างหนึ่งขึ้นด้วยความเร่ง  $2 \text{ m/s}^2$
- $2 \text{ m/s}^2$
  - $5 \text{ m/s}^2$
  - $8 \text{ m/s}^2$
  - $12 \text{ m/s}^2$
  - $20 \text{ m/s}^2$



10. ถ้าแรง A และ B กระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่งร่วมกัน ทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แล้ว แรง A และ B ต้องมีขนาดและทิศทางอย่างไร

- ก. ขนาดเท่ากัน ทิศทางเดียวกัน
- ข. ขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้าม
- ค. ขนาดเท่ากัน ทิศทางตั้งฉากกัน
- ง. แรง A เป็น 2 เท่าของแรง B ทิศทางตรงข้าม
- จ. แรง B เป็น 2 เท่าของแรง A ทิศทางตรงข้าม

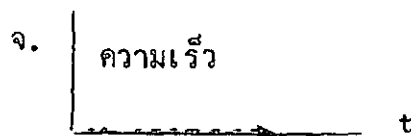
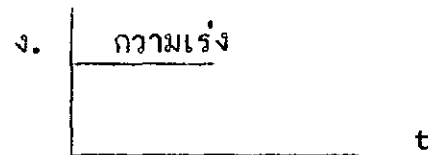
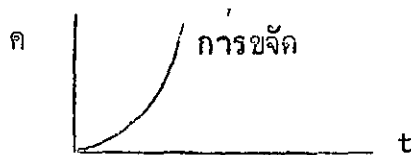
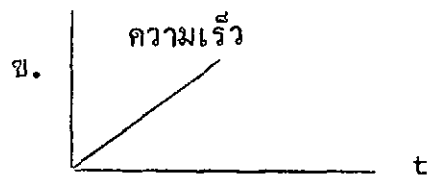
11. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็ว 1 m/s และความเร่ง 3 m/s<sup>2</sup> ทิศตรงข้าม เมื่อสิ้นสุดวินาทีที่ 2 ความเร็วมีค่าเท่าไร ?

- ก. 3 m/s
- ข. 4 m/s
- ค. 5 m/s
- ง. 6 m/s
- จ. 7 m/s

12. วัตถุหนึ่งกำลังเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง มีความเร็วลดลงอย่างสม่ำเสมอ 2 m/s<sup>2</sup> ถ้าวัดความเร็วที่จุด ๆ หนึ่งได้ 11 m/s จงหาเวลา (t) ที่วัตถุเคลื่อนที่จากจุดนี้ไปได้ทาง 30 m

- ก. 2.3
- ข. 5.0
- ค. 6.0
- ง. 13.3
- จ. 5.0 หรือ 6.0

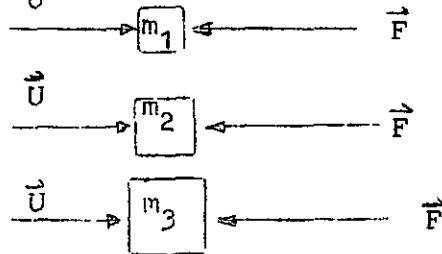
13. กราฟรูปใดแสดงว่าวัตถุมีความเร็วคงที่



14. ถ้าแรงลัพธ์ในแนวระดับเป็นสองเท่าของครั้งแรก วัตถุเดิมซึ่งเคลื่อนที่ในแนวระดับ อยู่แนวนั้นจะเป็นอย่างไร

- ก. ความเร่งเป็นสองเท่าของตอนแรก
- ข. ความเร็วเป็นสองเท่าของตอนแรกในทันที
- ค. ความเร็วเป็นสองเท่าของตอนแรกแล้วคงที่
- ง. ความเร็วเพิ่มขึ้นทีละน้อย จนเป็นสองเท่าของตอนแรก
- จ. ความเร่งเพิ่มขึ้น แต่น้อยกว่าสองเท่าเพราะแรงเสียดทาน

15. วัตถุ 3 ก้อนต่างก็เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่  $v$  ถ้ามีแรง  $F$  กระทำต่อวัตถุทั้ง 3 พร้อม ๆ กัน (ดังรูป) โดยวัตถุทั้ง 3 มีมวล  $m_1 < m_2 < m_3$  วัตถุก้อนใดที่หยุดนิ่ง ได้โดยใช้เวลาน้อยที่สุด



- ก.  $m_1$
- ข.  $m_2$
- ค.  $m_3$
- ง. หยุดได้พร้อมกันเพราะแรงลัพธ์เท่ากัน
- จ. ไม่บอกความเร่งคำนวณไม่ได้

16. รถหนัก 4800 N มีความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 20 ถึง 50 m/s ในเวลา 6 s แรงสุทธิที่กระทำต่อรถเท่ากับเท่าไร ?

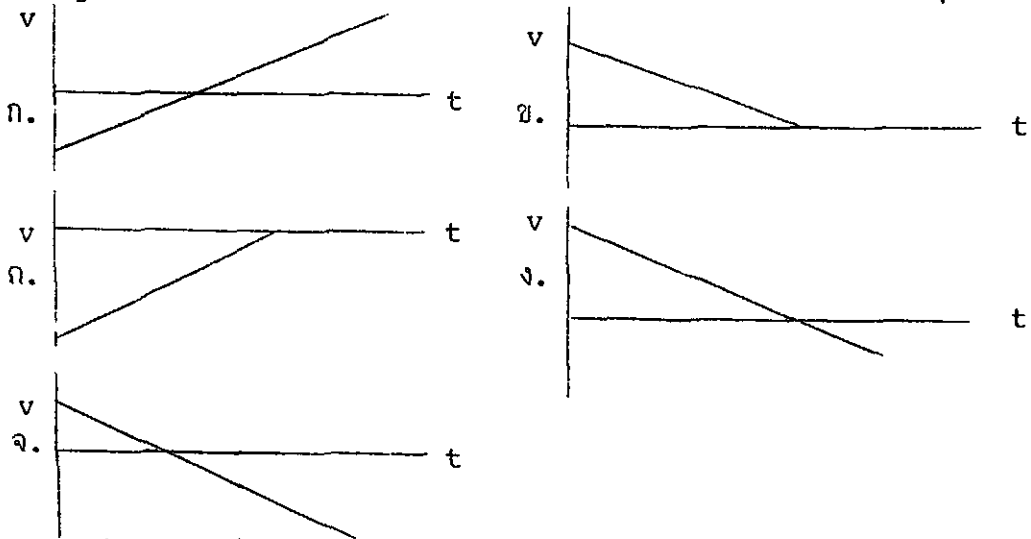
- ก. 2400 N
- ข. 4800 N
- ค. 14400 N
- ง. 24000 N
- จ. 144400 N

17. รถไฟขบวนหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 m/s ต่อมาเคลื่อนที่ช้าลงด้วยความเร่งขนาด  $2 \text{ m/s}^2$  ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. อัตราเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา 10 s เท่ากับ 15 m/s
- ข. ช่วงเวลาที่รถไฟเคลื่อนที่จนมีอัตราเร็ว 80 m/s คือ 35 s
- ค. อัตราเร็วของรถไฟหลังจากเวลาผ่านไป 10 s เท่ากับ 30 m/s
- ง. ระยะทางที่รถไฟเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลา 10 s เท่ากับ 200 m
- จ. ช่วงเวลาที่รถไฟเคลื่อนที่จนมีอัตราเร็ว 2 m/s คือ 4 s



21. กราฟรูปใดแทนการโยนก้อนหินจากหน้าผาขึ้นไปในแนวตั้ง และตกลงมาต่ำกว่าจุดเดิม



22. นายวุฒินั่งรถเมล์เมื่อรถเบรคจึงคะมำไปชนพนักเก้าอี้หน้าผาแตก เหตุการณ์นี้จะไม่ เกิดถ้านายวุฒิปฏิบัติตามข้อใด

- ก. ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน
- ข. ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน
- ค. ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน
- ง. ตามกฎการเคลื่อนที่ทั้ง 3 ข้อของนิวตัน
- จ. ไม่มีความเฉื่อยในตัว

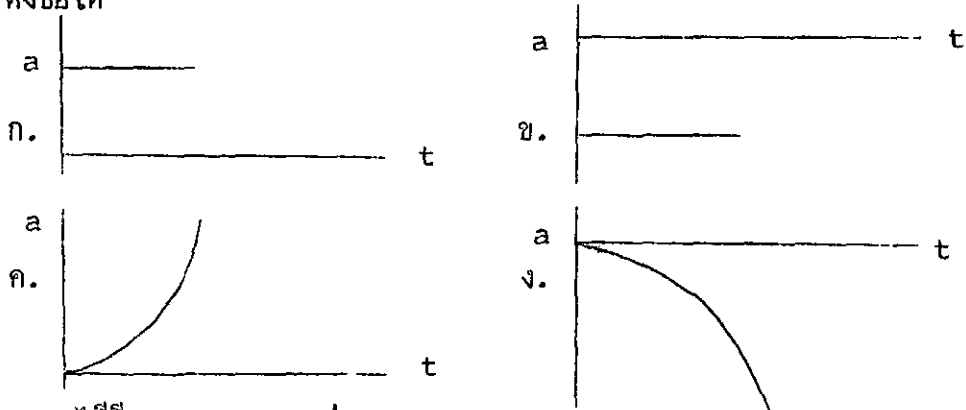
23. แรง  $P$  กระทำต่อมวล  $2 \text{ kg}$  ทำให้เกิดความเร่ง  $10 \text{ m/s}^2$  ทิศเหนือ ถ้าแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุ  $5 \text{ N}$  คงที่ แรง  $P$  เท่ากับเท่าใด

- ก.  $15 \text{ N}$  ทิศเหนือ
- ข.  $20 \text{ N}$  ทิศเหนือ
- ค.  $20 \text{ N}$  ทิศใต้
- ง.  $25 \text{ N}$  ทิศเหนือ
- จ.  $25 \text{ N}$  ทิศใต้

24. ปรากฏวัตถุลงมาด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่งในแนวตั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 10 s วัตถุนี้มีความเร็วเปลี่ยนไปเท่าไร ?

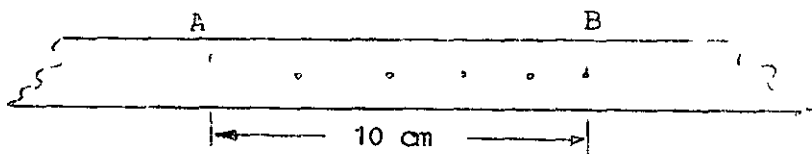
- ก. 1 m/s
- ข. 10 m/s
- ค. 50 m/s
- ง. 100 m/s
- จ. หากทำไม่ได้

25. ขว้างวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็ว  $v_0$  กราฟของความเร่งกับเวลา ควรเป็นดังข้อใด



จ. ไม่มีกราฟของความเร่ง - เวลา

26. ส่วนหนึ่งของแถบกระดาษที่ติดกับรถทดลองซึ่งลากผ่านเครื่องเจาะสัญญาณชนิดเจาะ 50 ครั้งต่อวินาที เป็นดังรูป จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยระหว่าง A กับ B

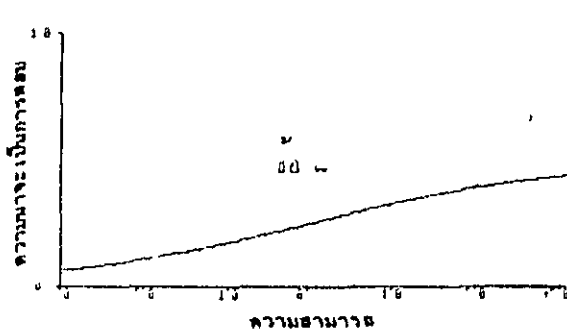
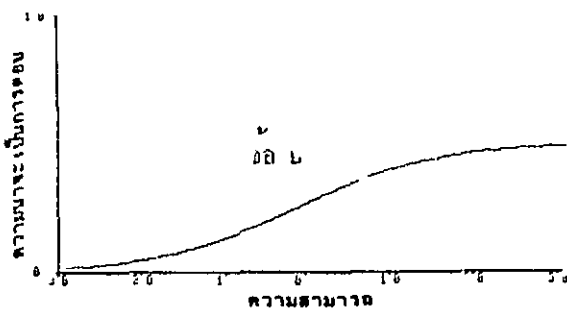
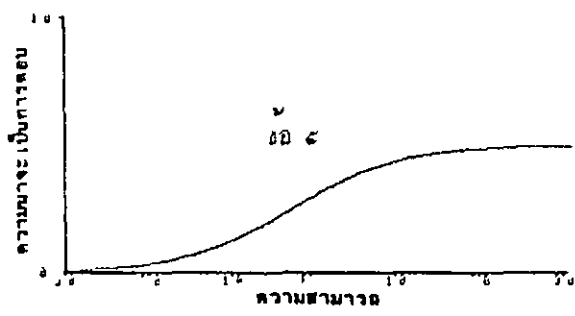
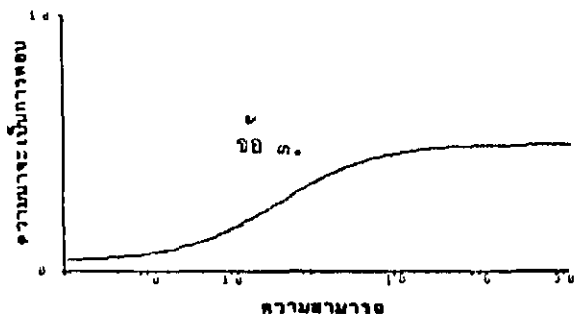
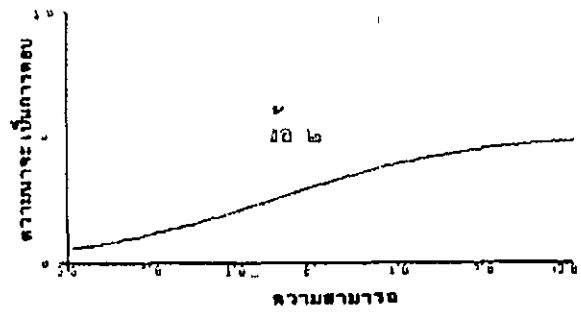
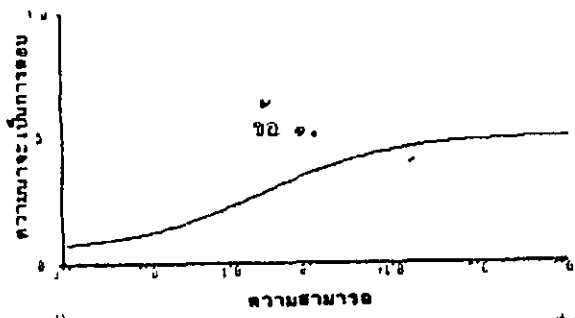


- ก.  $1 \times 10^{-2}$  m/s
- ข.  $2 \times 10^{-2}$  m/s
- ค.  $8 \times 10^{-1}$  m/ss
- ง. 1 m/s
- จ.  $10^2$  m/s

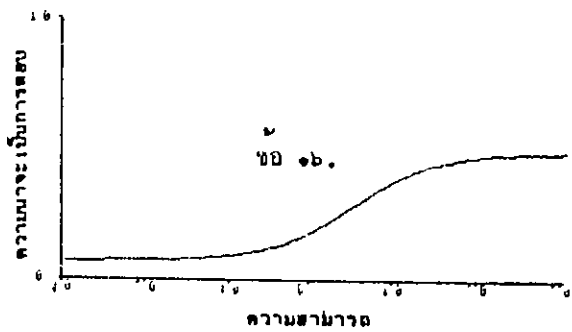
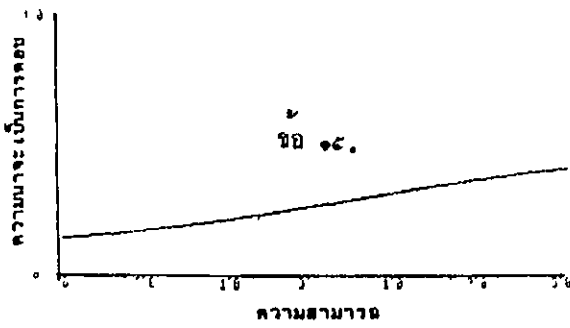
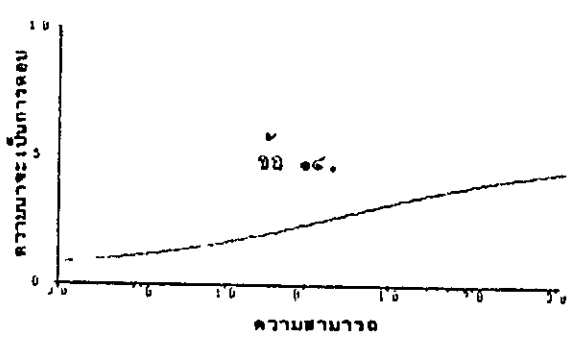
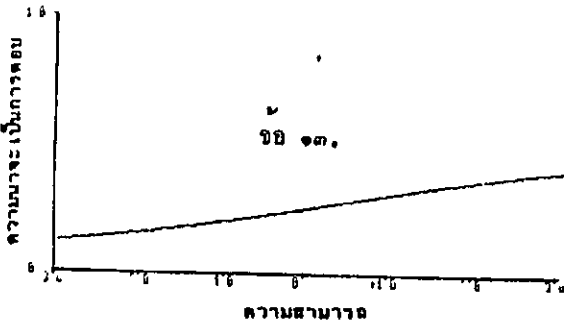
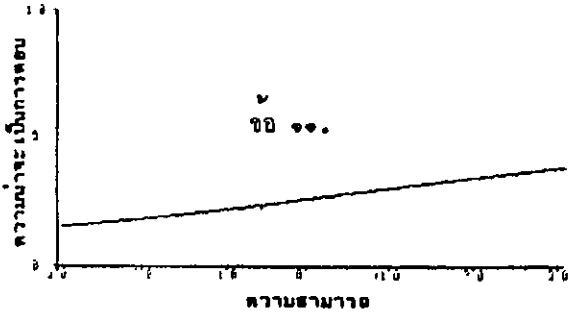
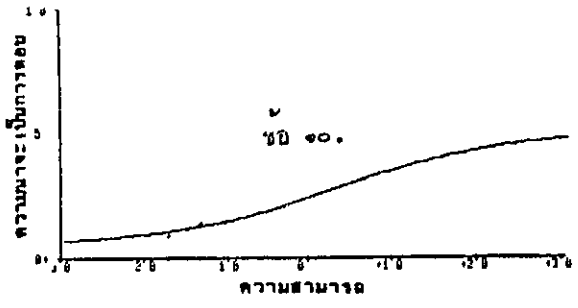
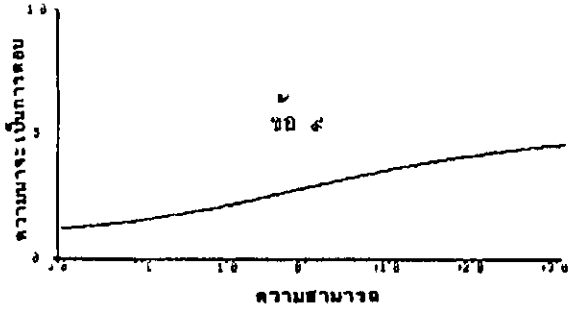


ภาคผนวก ข

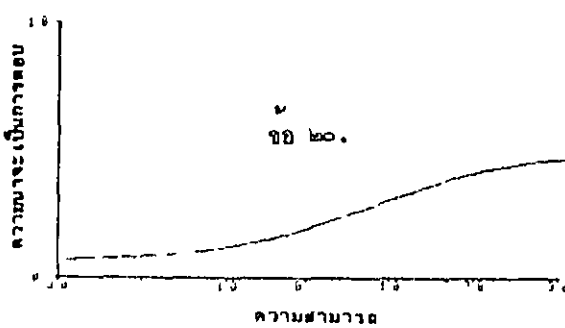
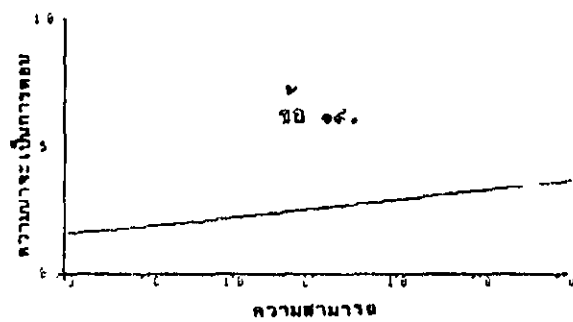
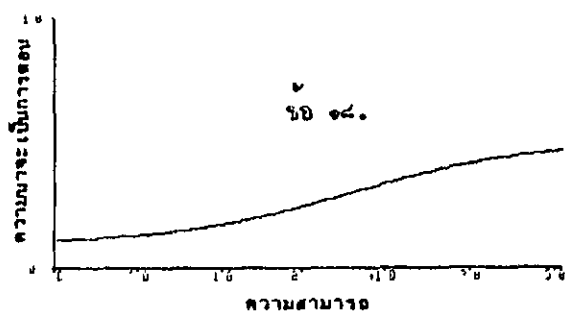
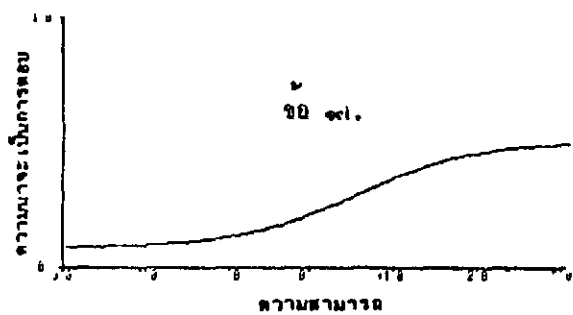
โค้งลักษณะข้อสอบรายชื่อ ของแบบทดสอบ 5 ฉบับ



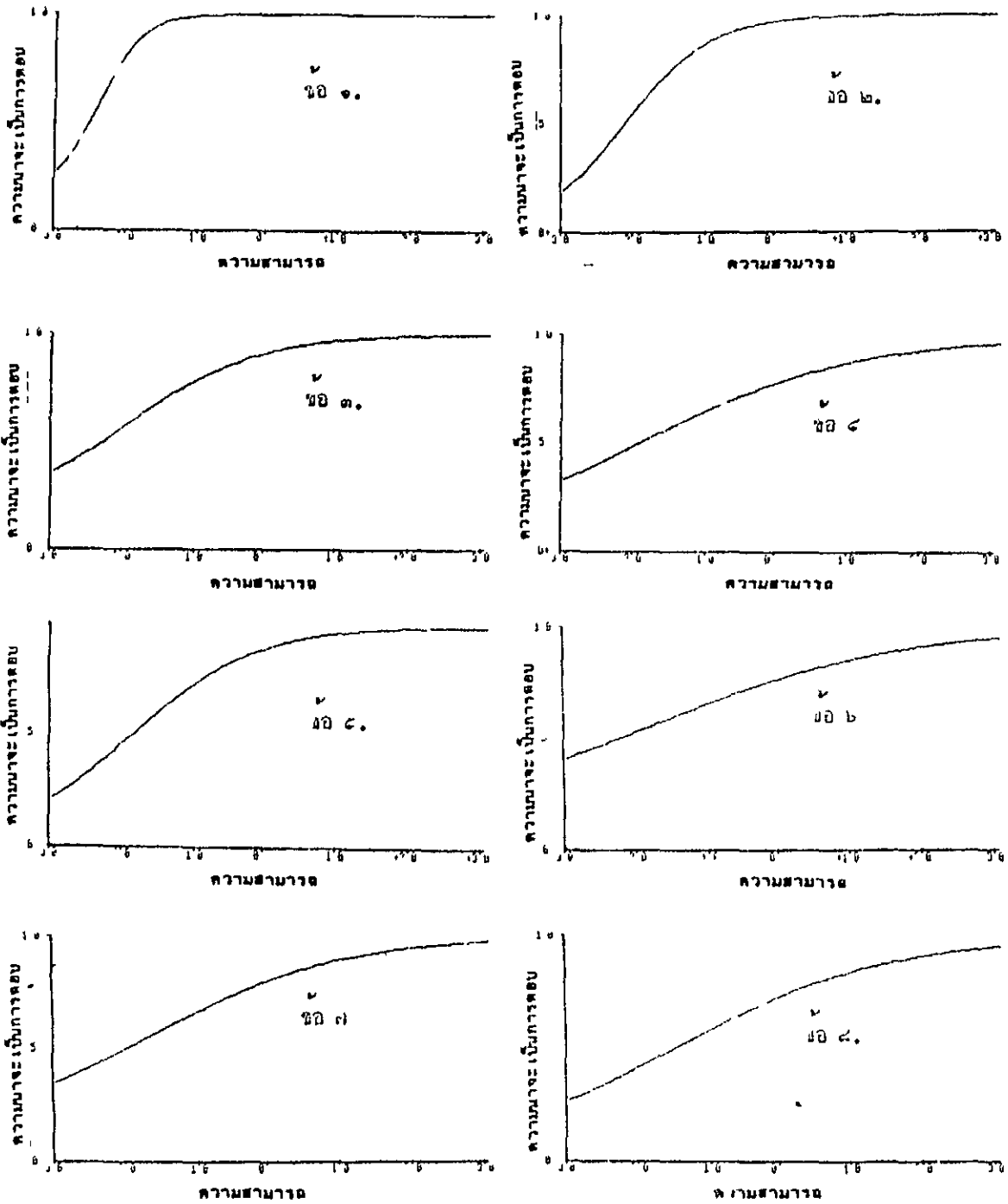
ภาพประกอบ 10 โฉงลักษณะข้อสอบองแบบทดสอบแยกกลุ่ม



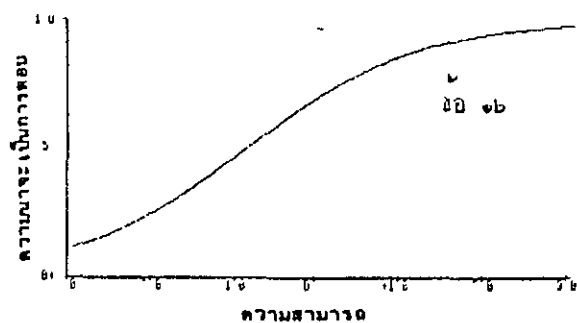
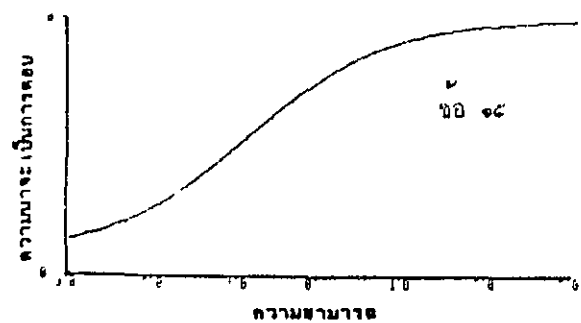
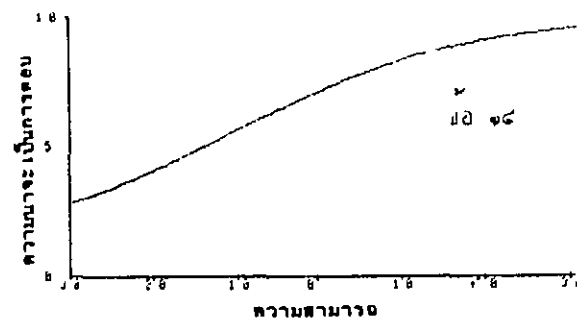
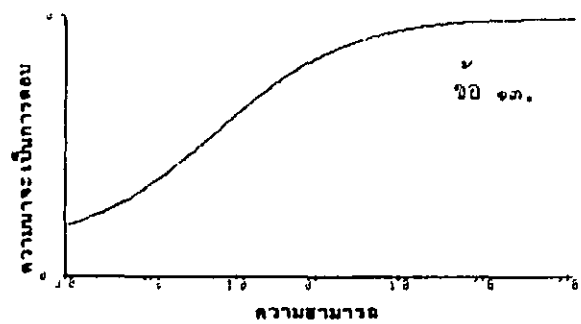
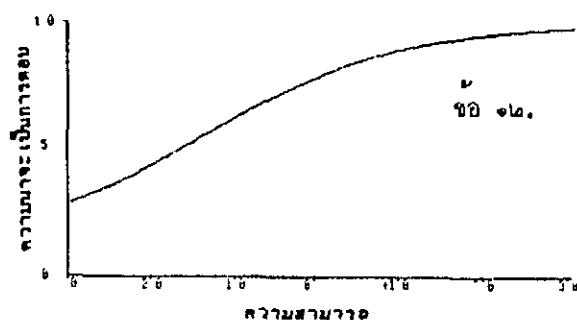
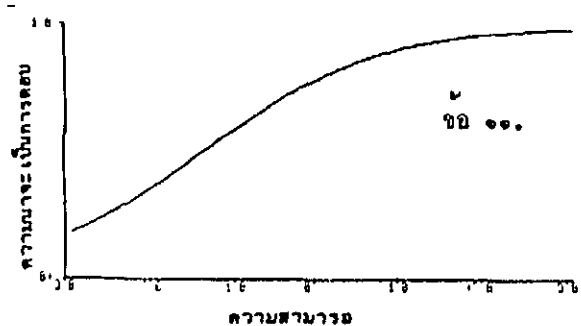
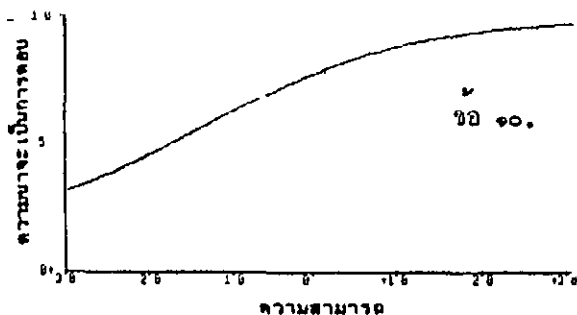
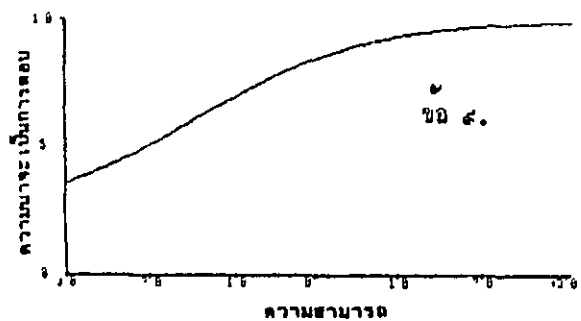
ภาพประกอบ 10 (ต่อ)



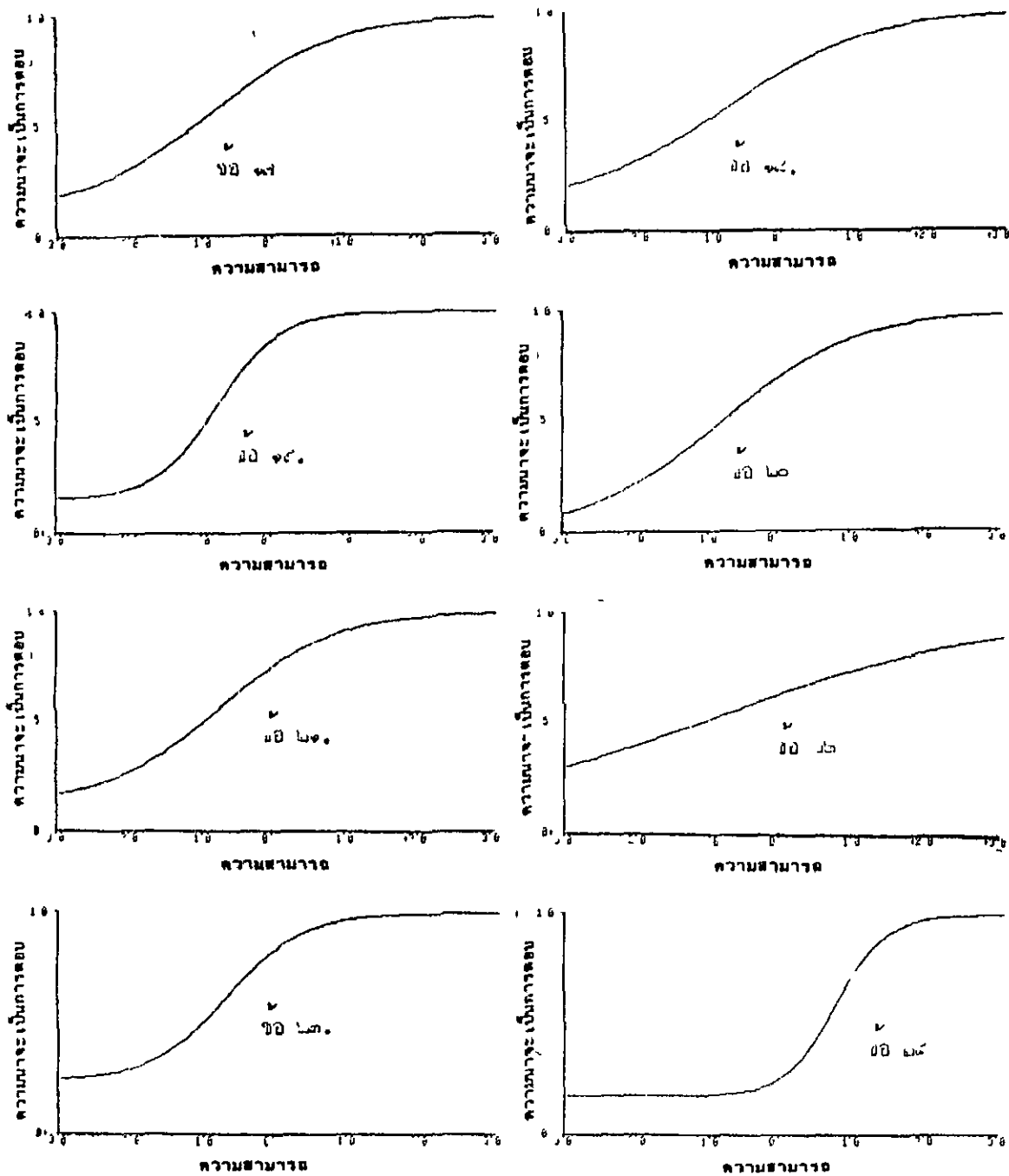
ภาพประกอบ 10 (ต่อ)



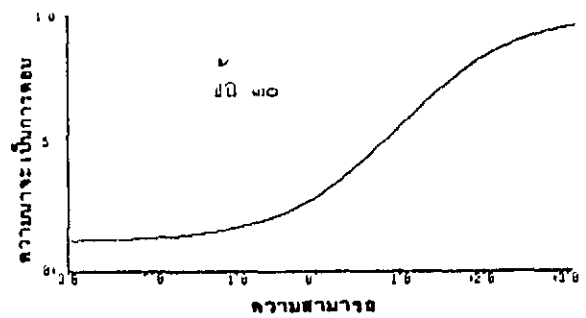
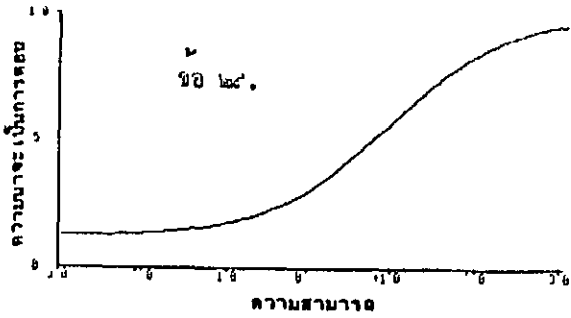
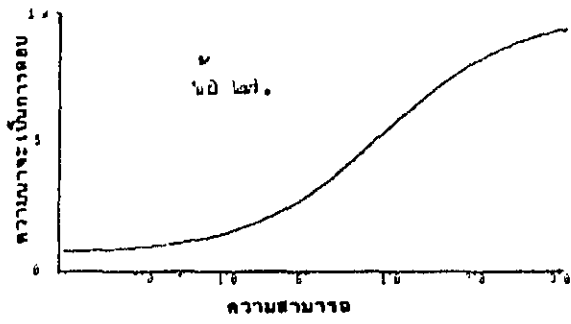
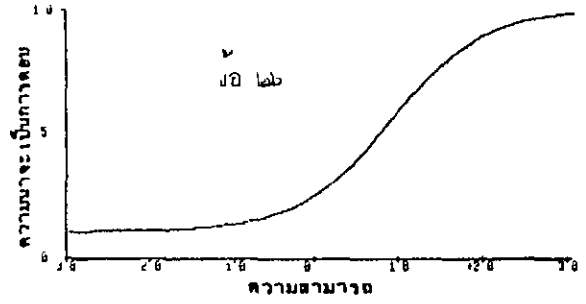
ภาพประกอบ 11 โท้่งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1



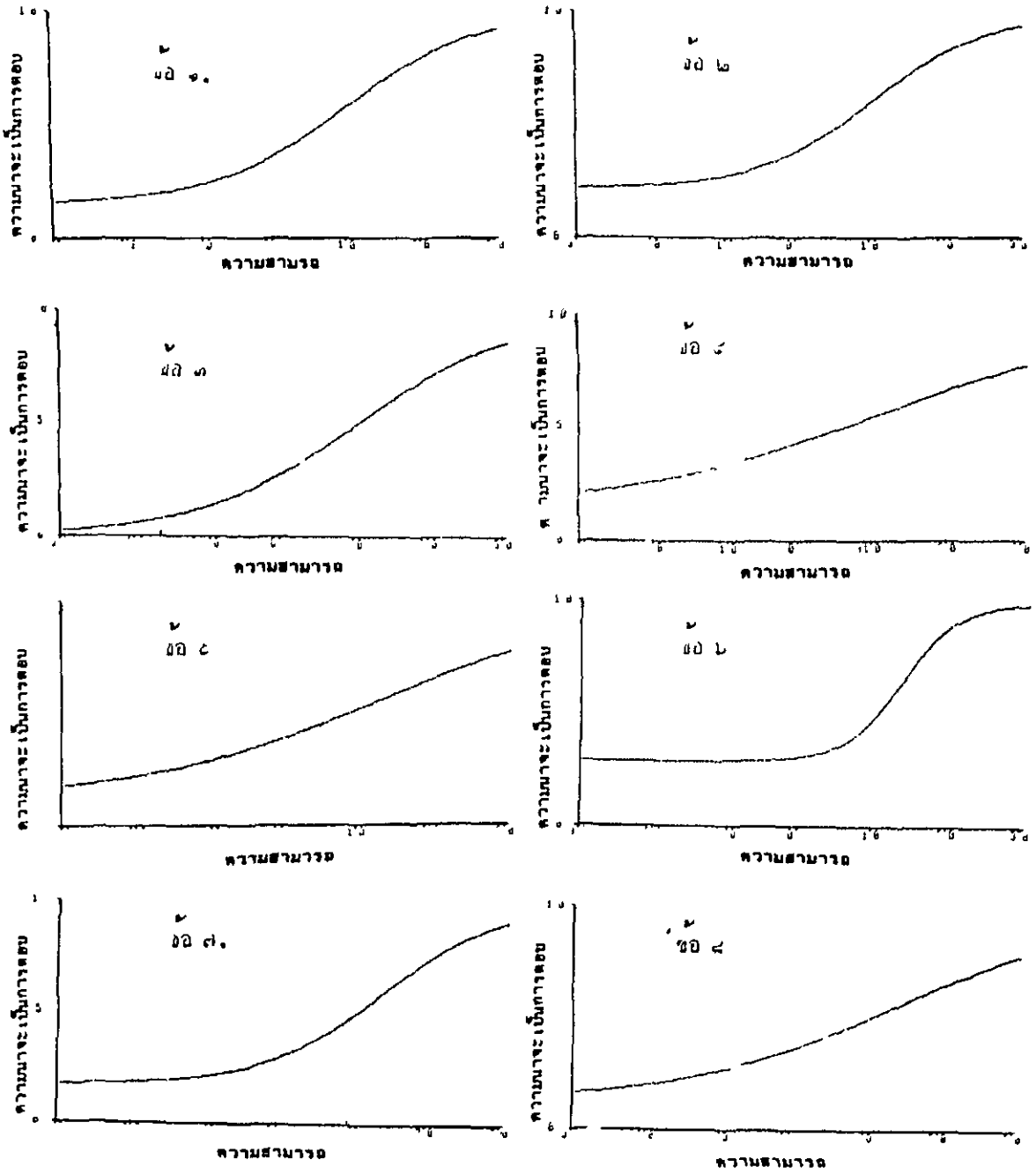
ภาพประกอบ 11 (ต่อ)



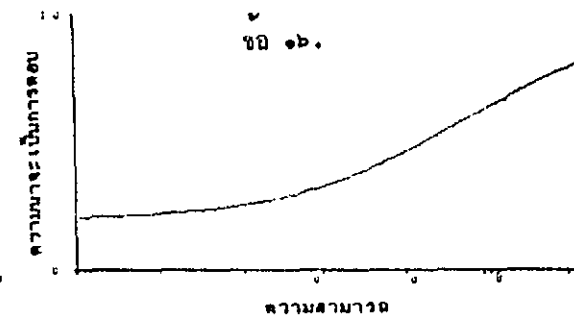
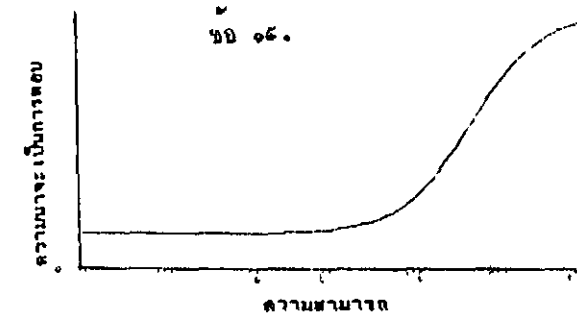
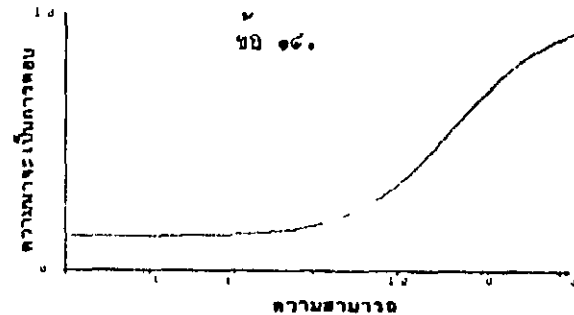
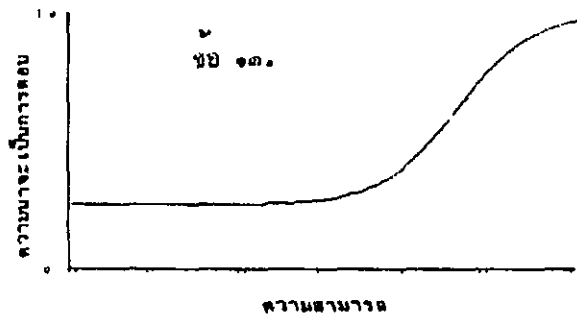
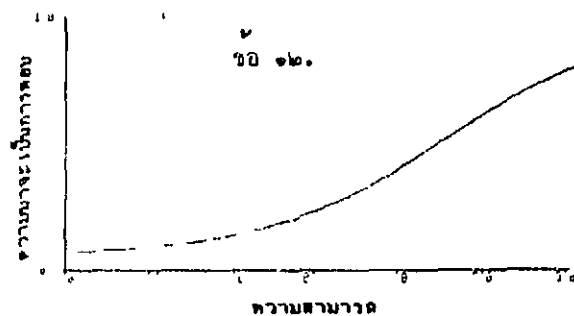
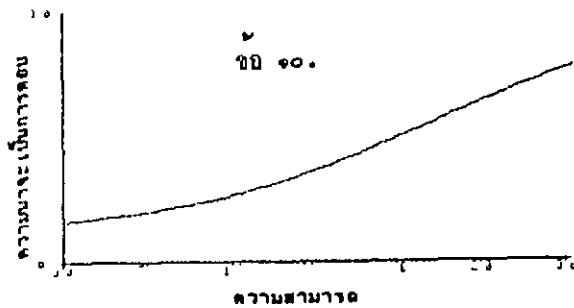
ภาพประกอบ 11 (ต่อ)



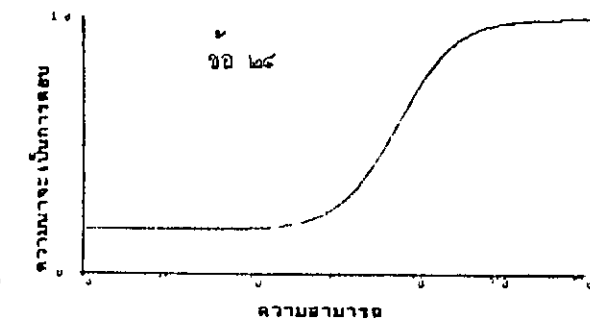
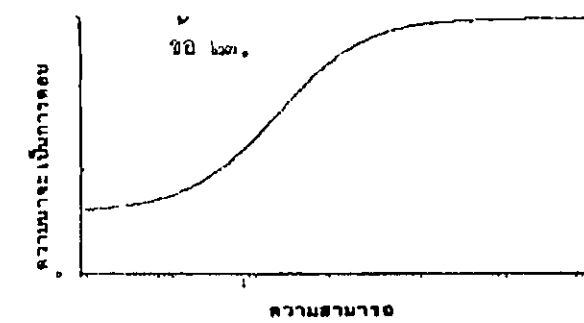
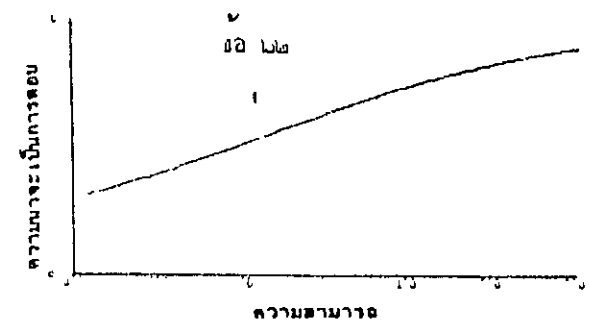
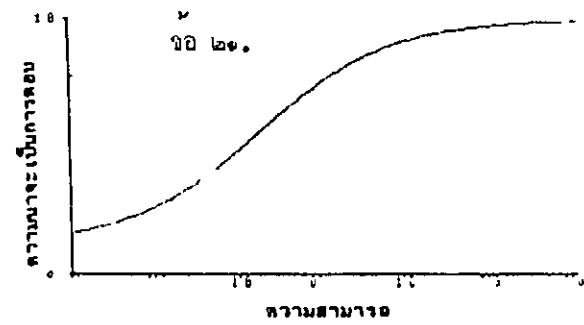
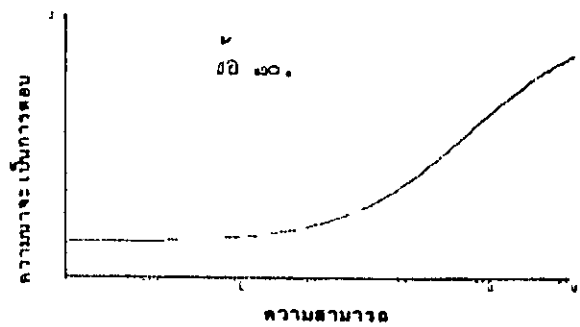
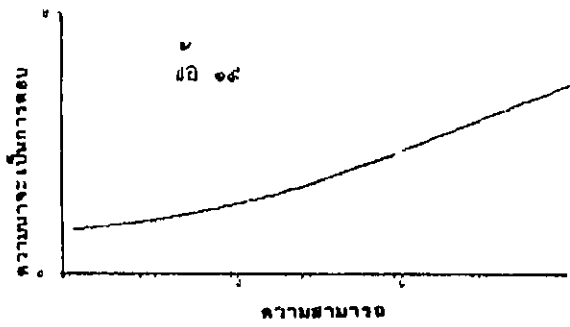
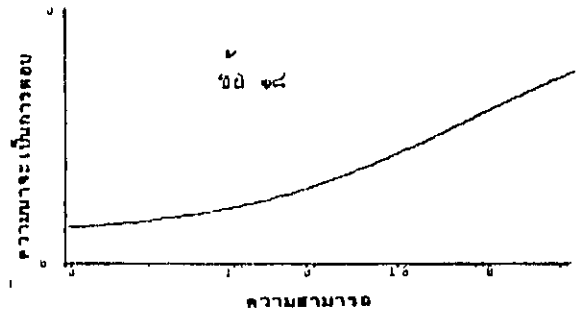
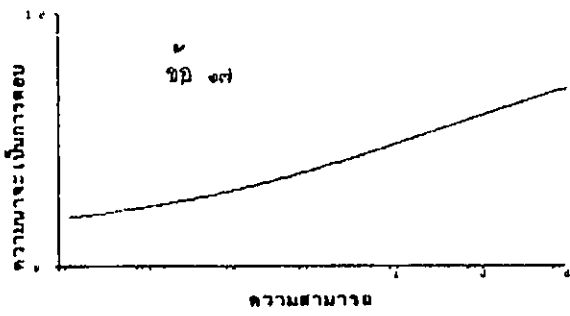
ภาพประกอบ 11 (ต่อ)



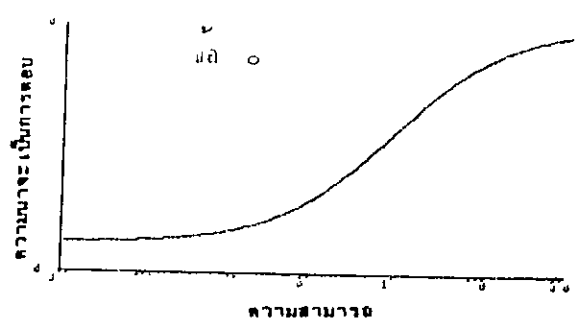
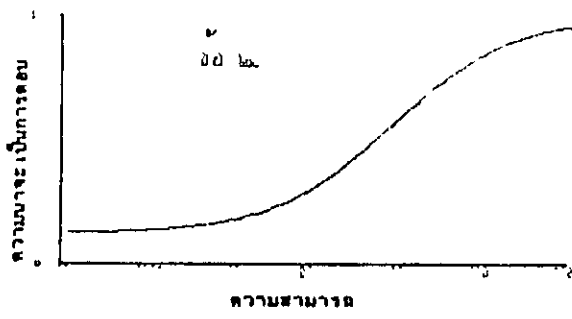
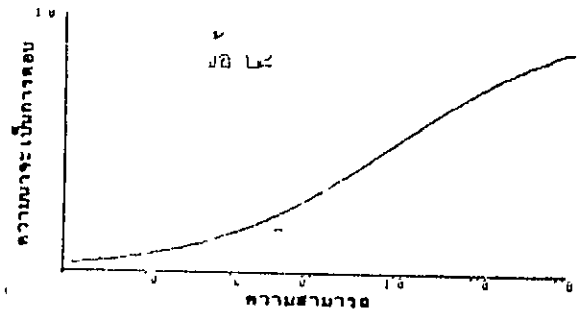
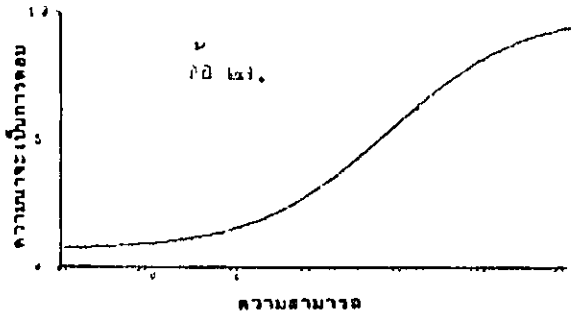
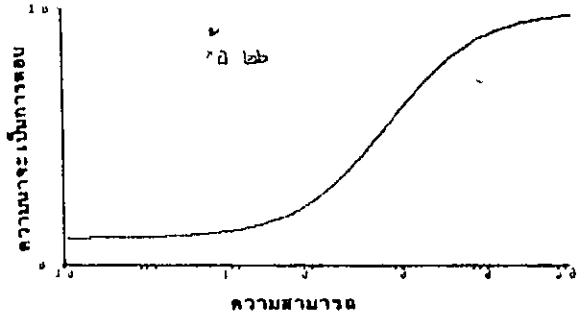
ภาพประกอบ 12 โคงลักษณะข้อสอบชนิดแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2



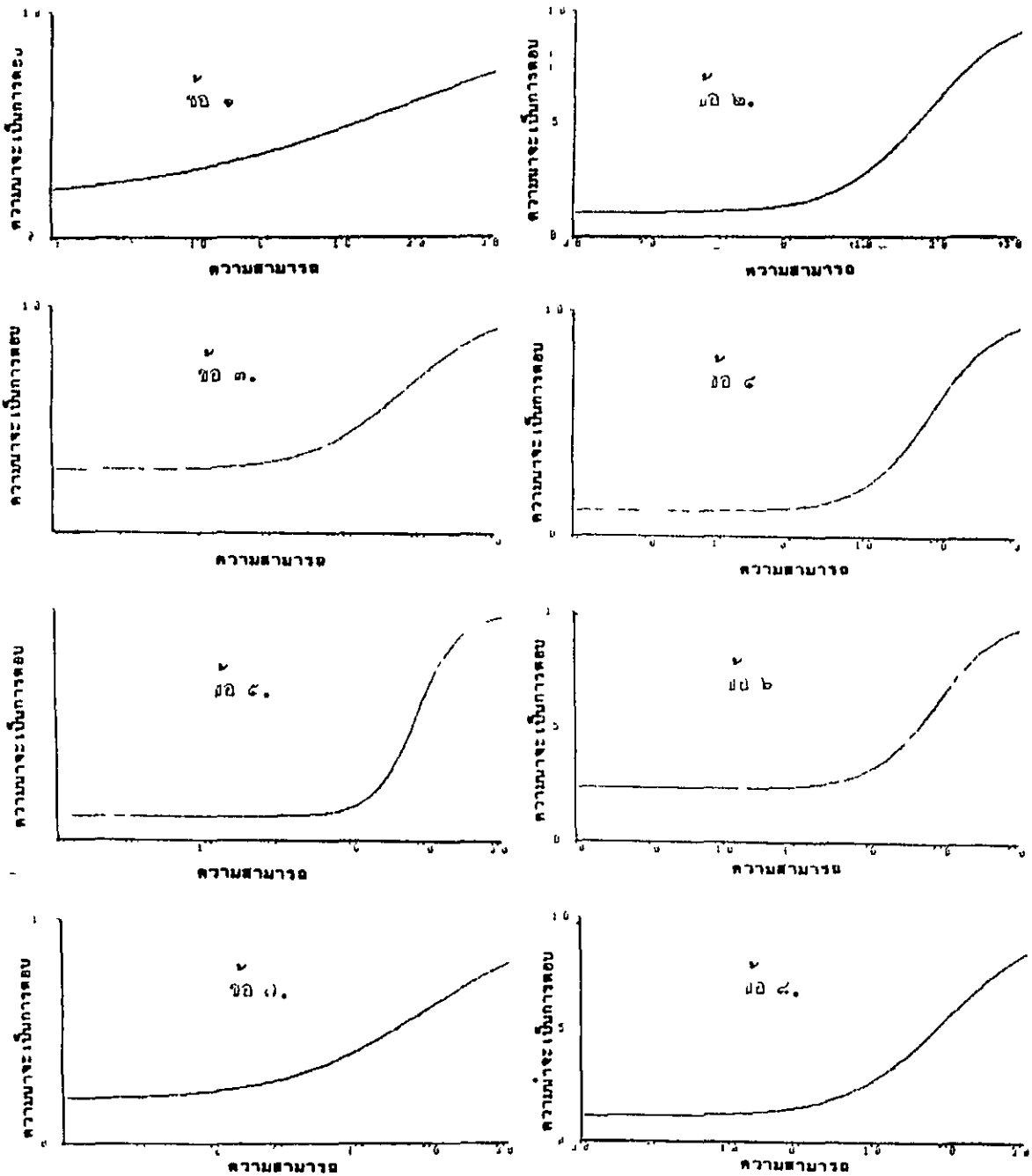
ภาพประกอบ 12 (ต่อ)



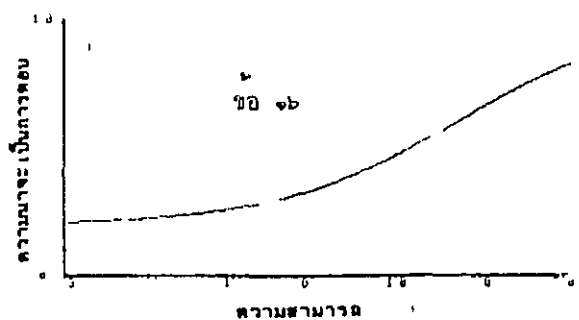
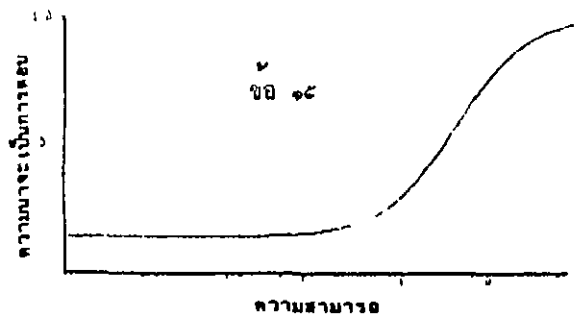
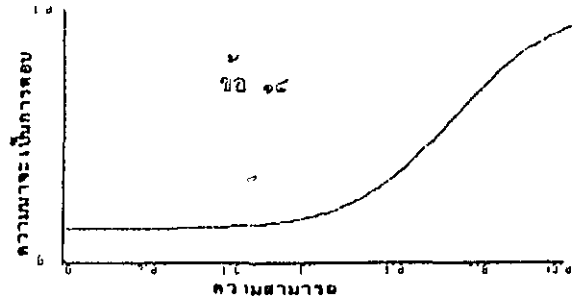
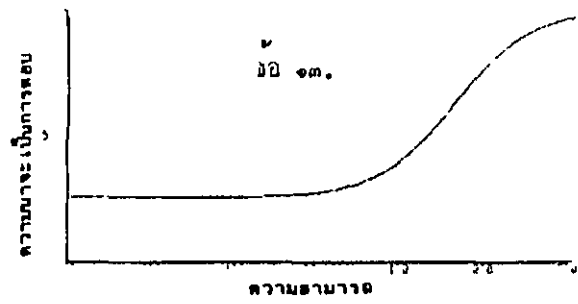
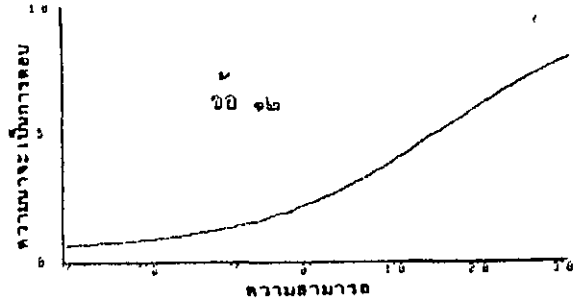
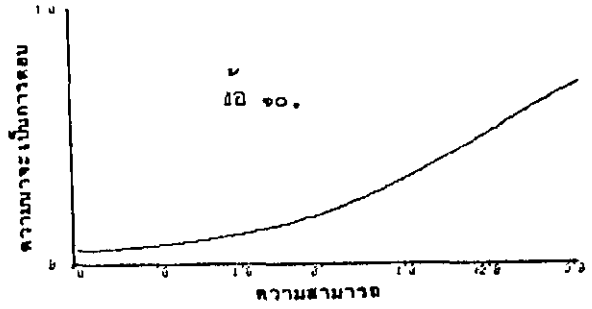
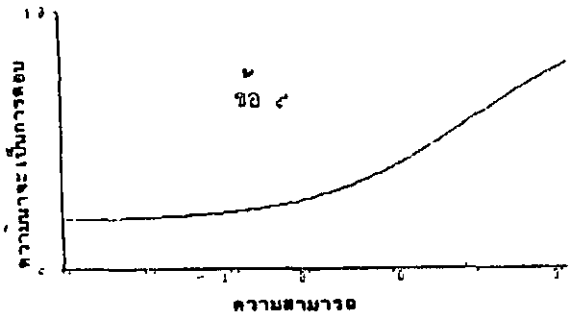
ภาพประกอบ 12 (ต่อ).



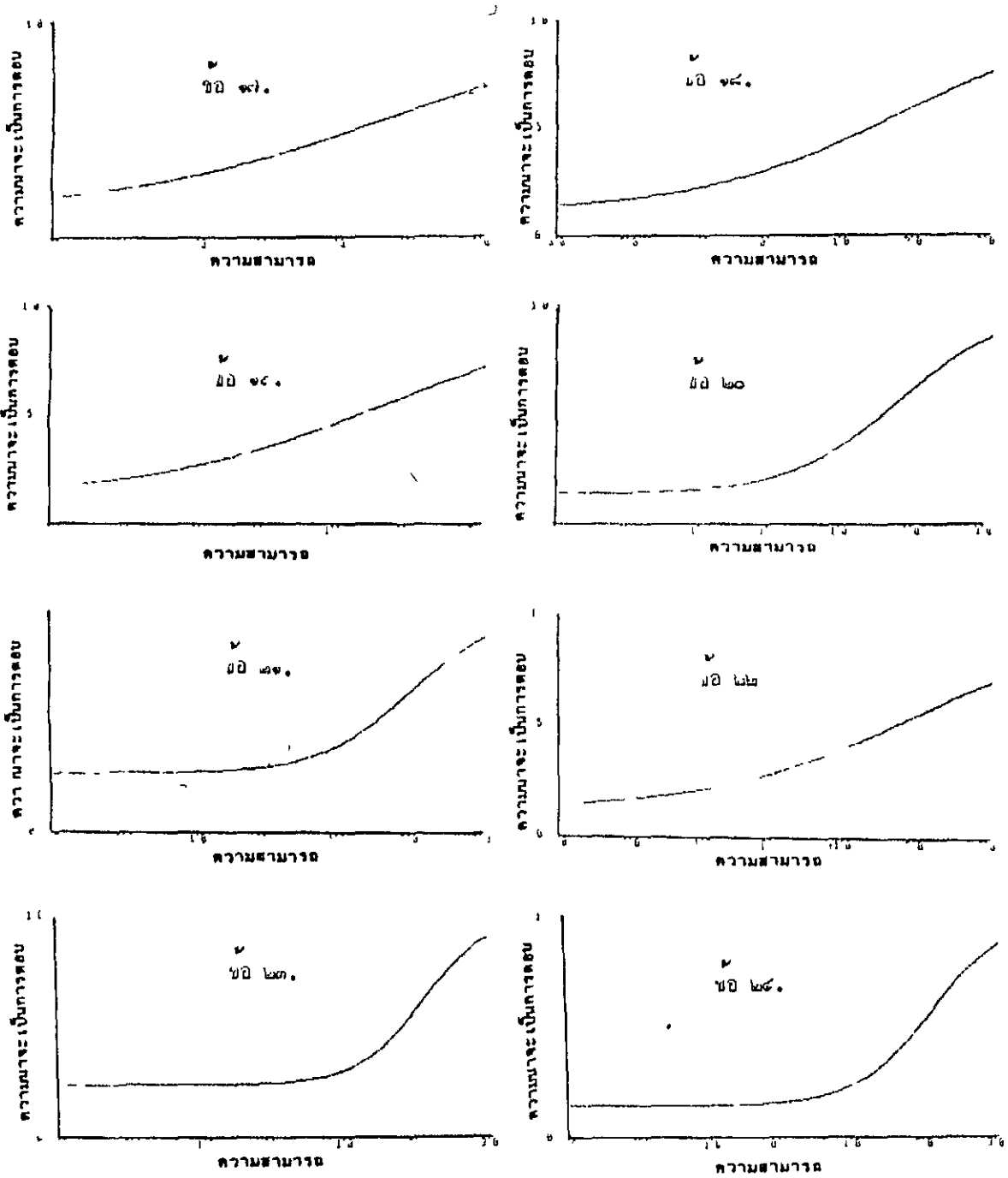
ภาพประกอบ 12 (ต่อ)



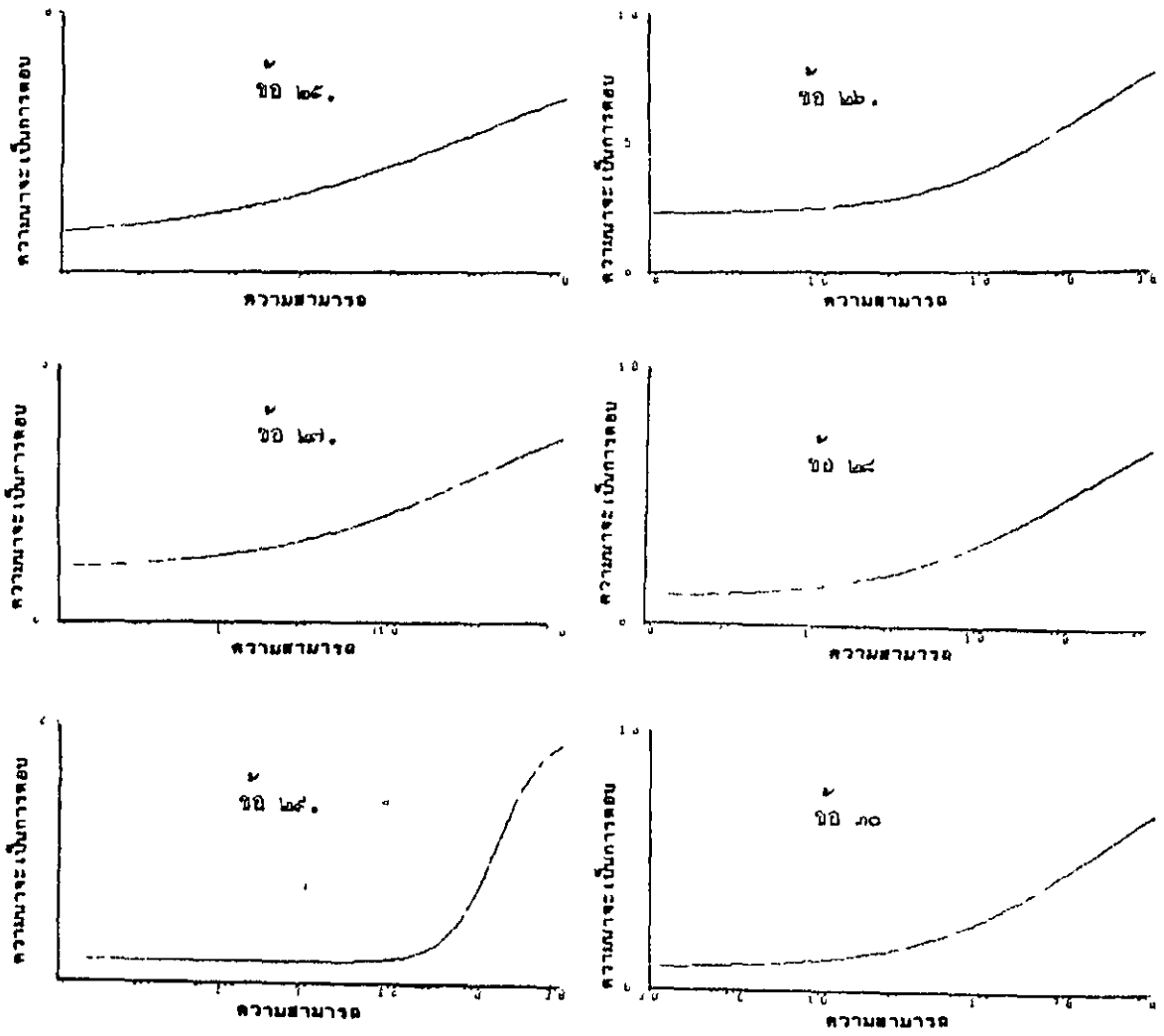
ภาพประกอบ 13 โฉงลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3



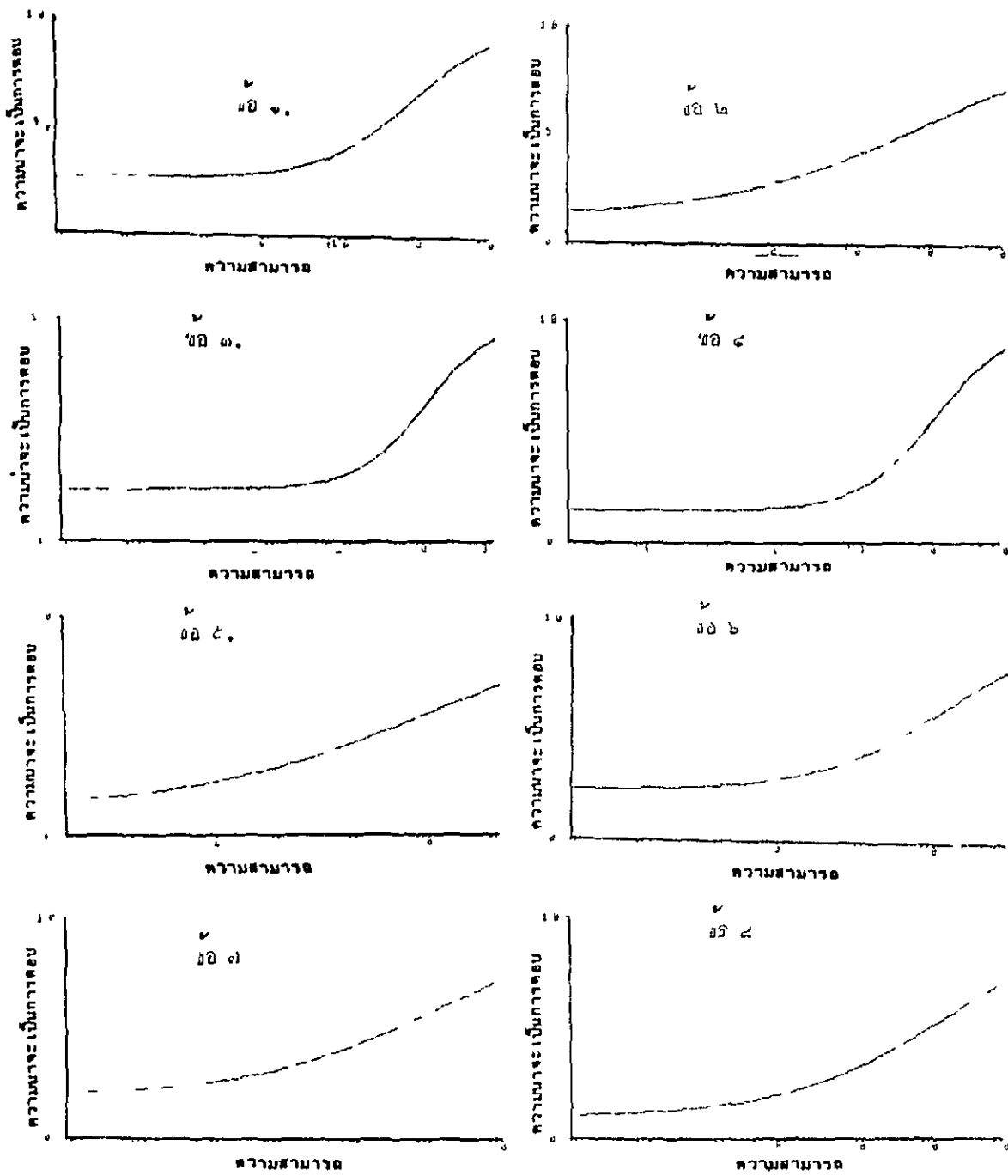
ภาพประกอบ 13 (ต่อ)



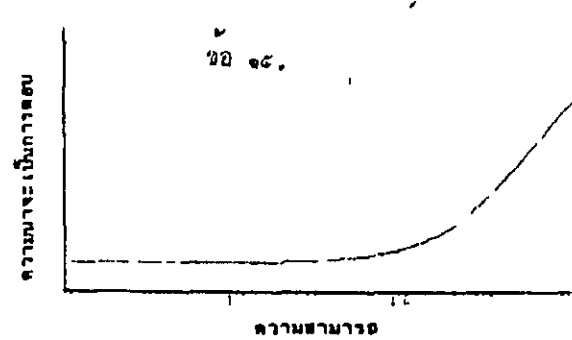
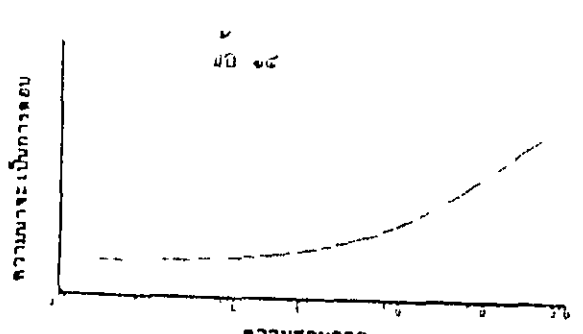
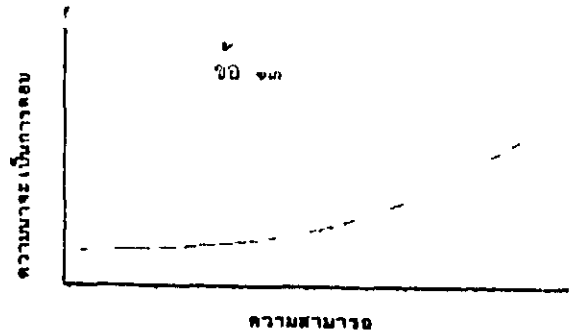
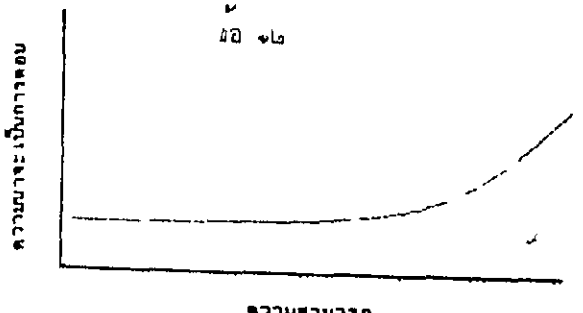
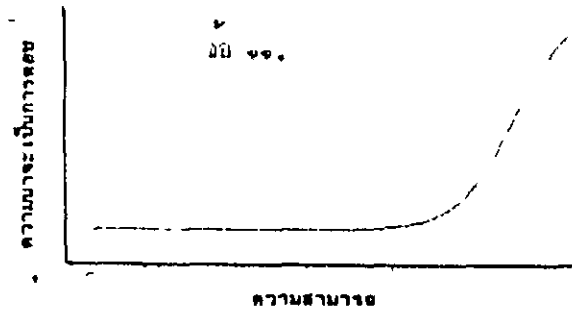
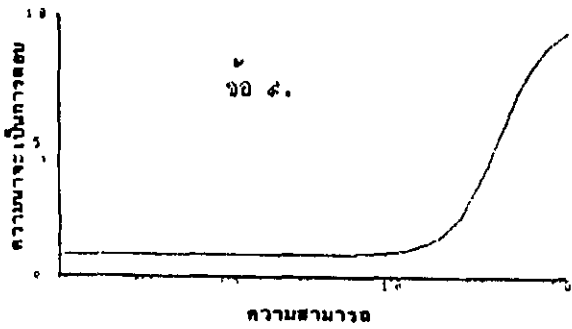
ภาพประกอบ 13 (ต่อ)



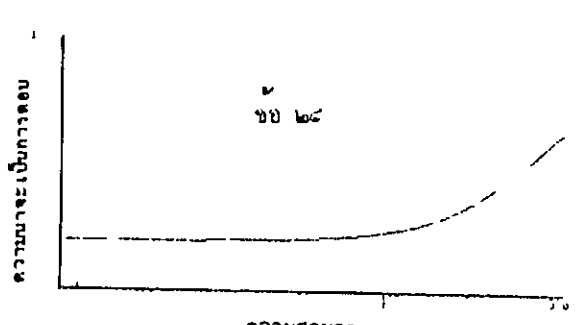
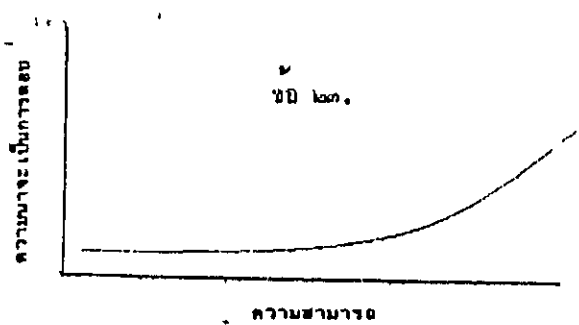
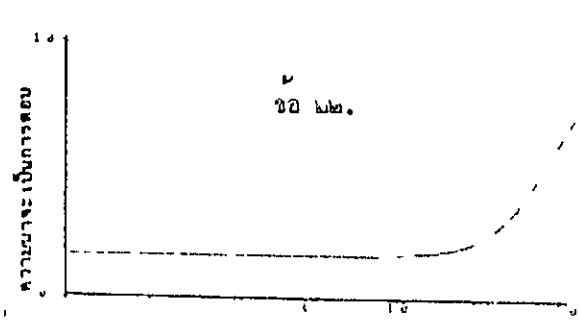
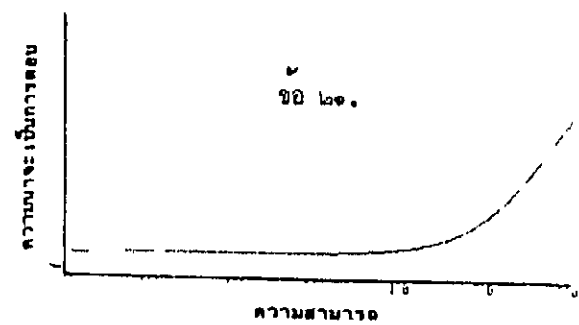
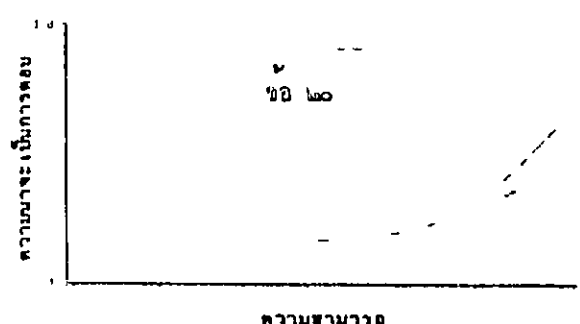
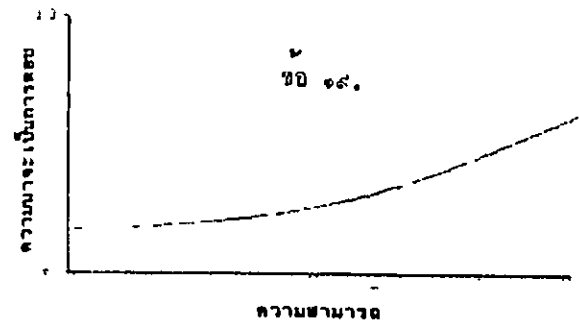
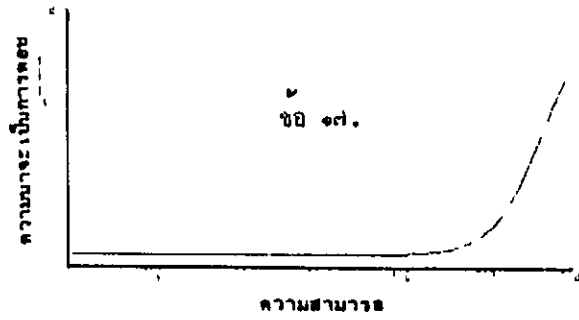
ภาพประกอบ 13 (ต่อ)



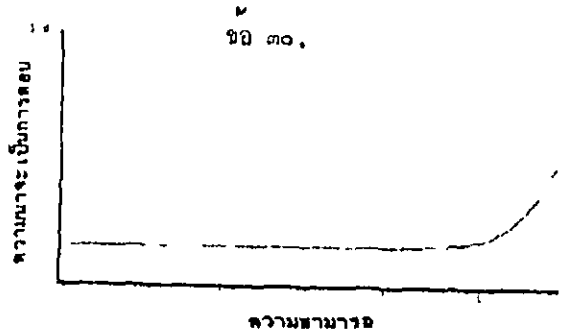
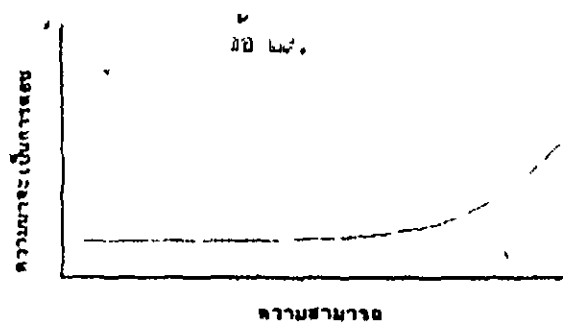
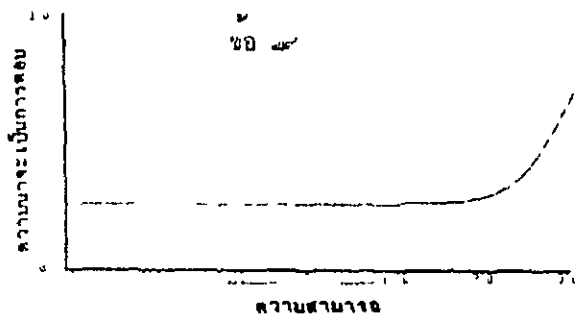
ภาพประกอบ 14 โท้งลักษณะข้อสอบของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4



ภาพประกอบ 14 (ต่อ)



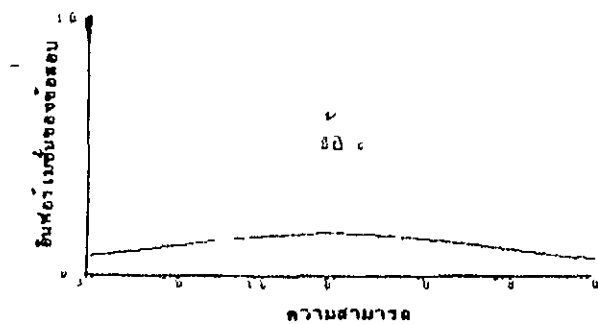
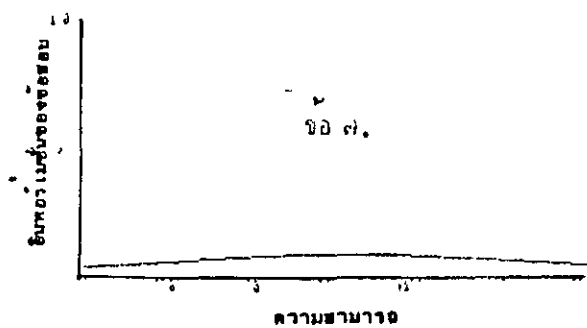
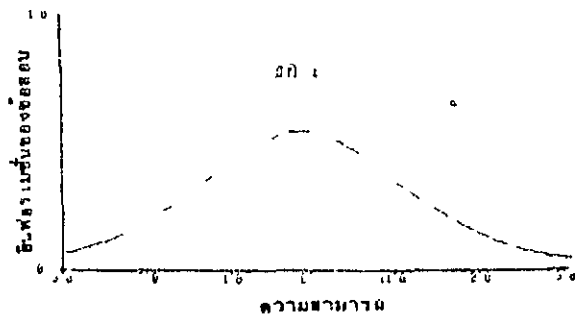
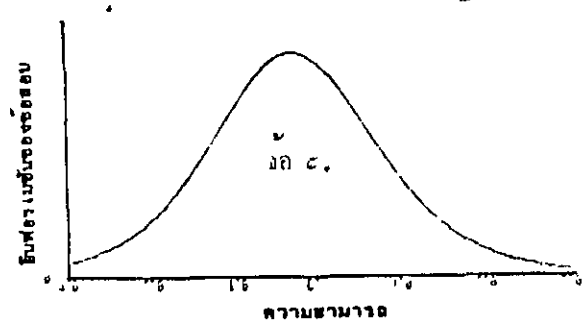
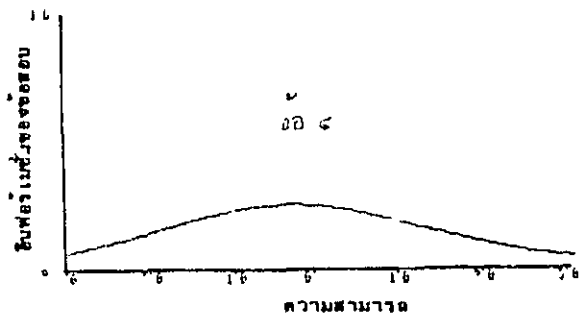
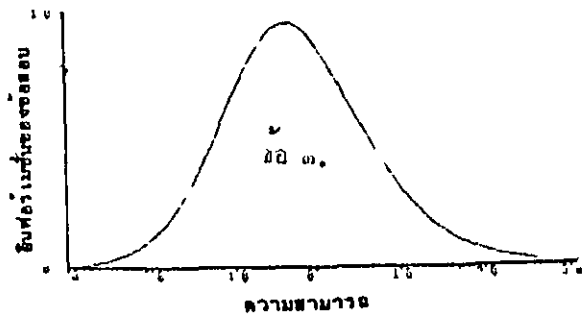
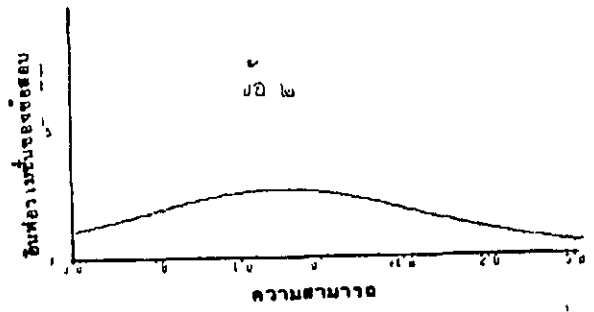
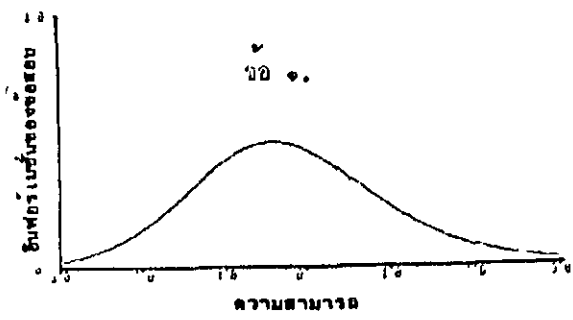
ภาพประกอบ 14 (ต่อ)



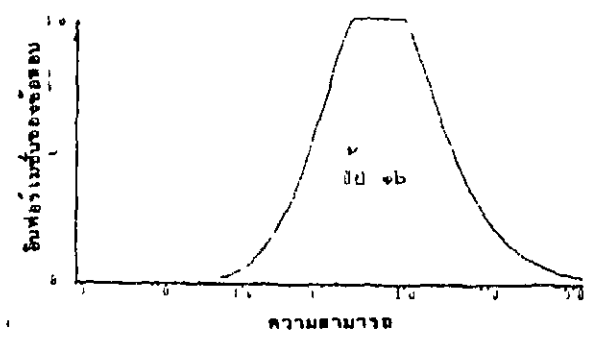
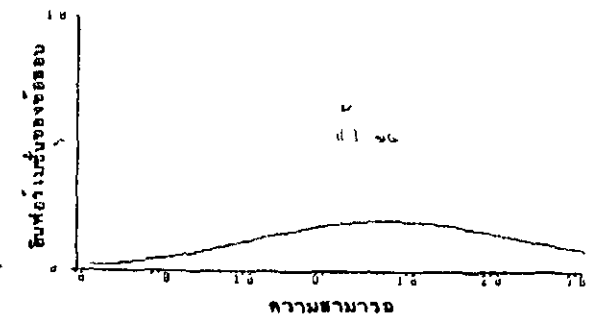
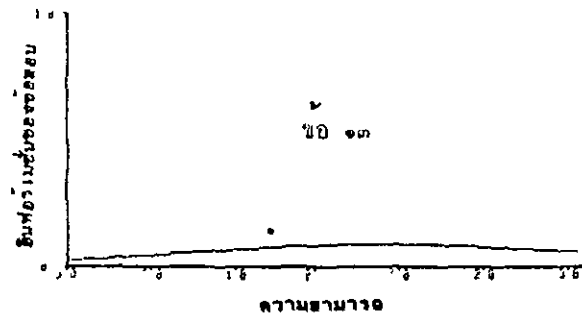
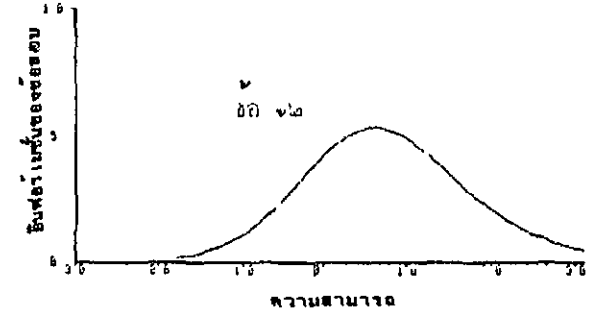
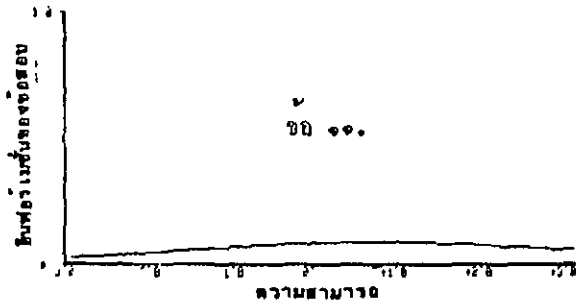
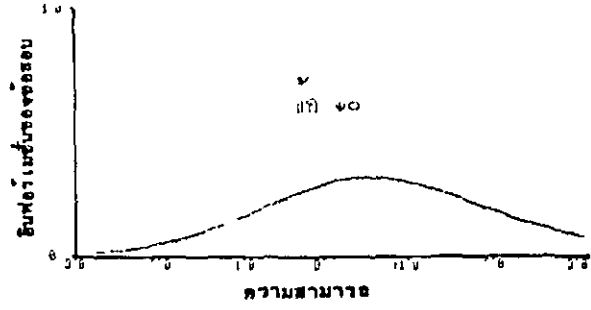
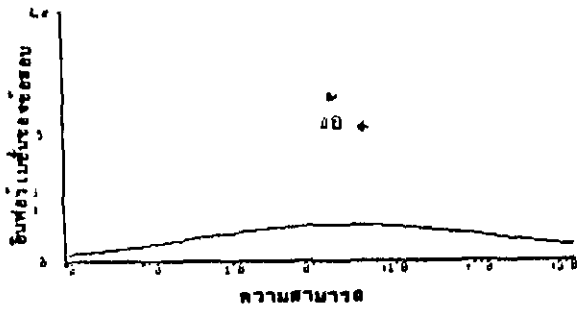
ภาพประกอบ 14 (ต่อ)

ภาคผนวก ก

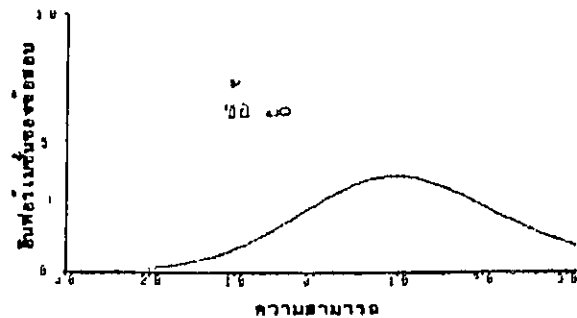
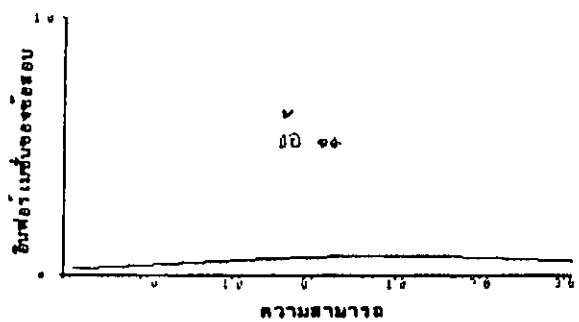
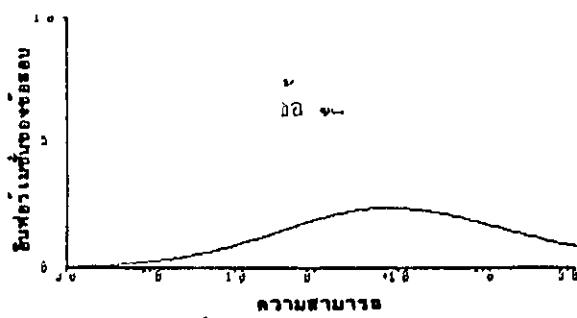
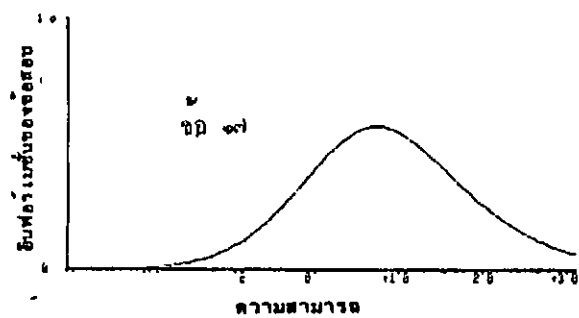
อินฟอร์เมชันของข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบ 5 ฉบับ



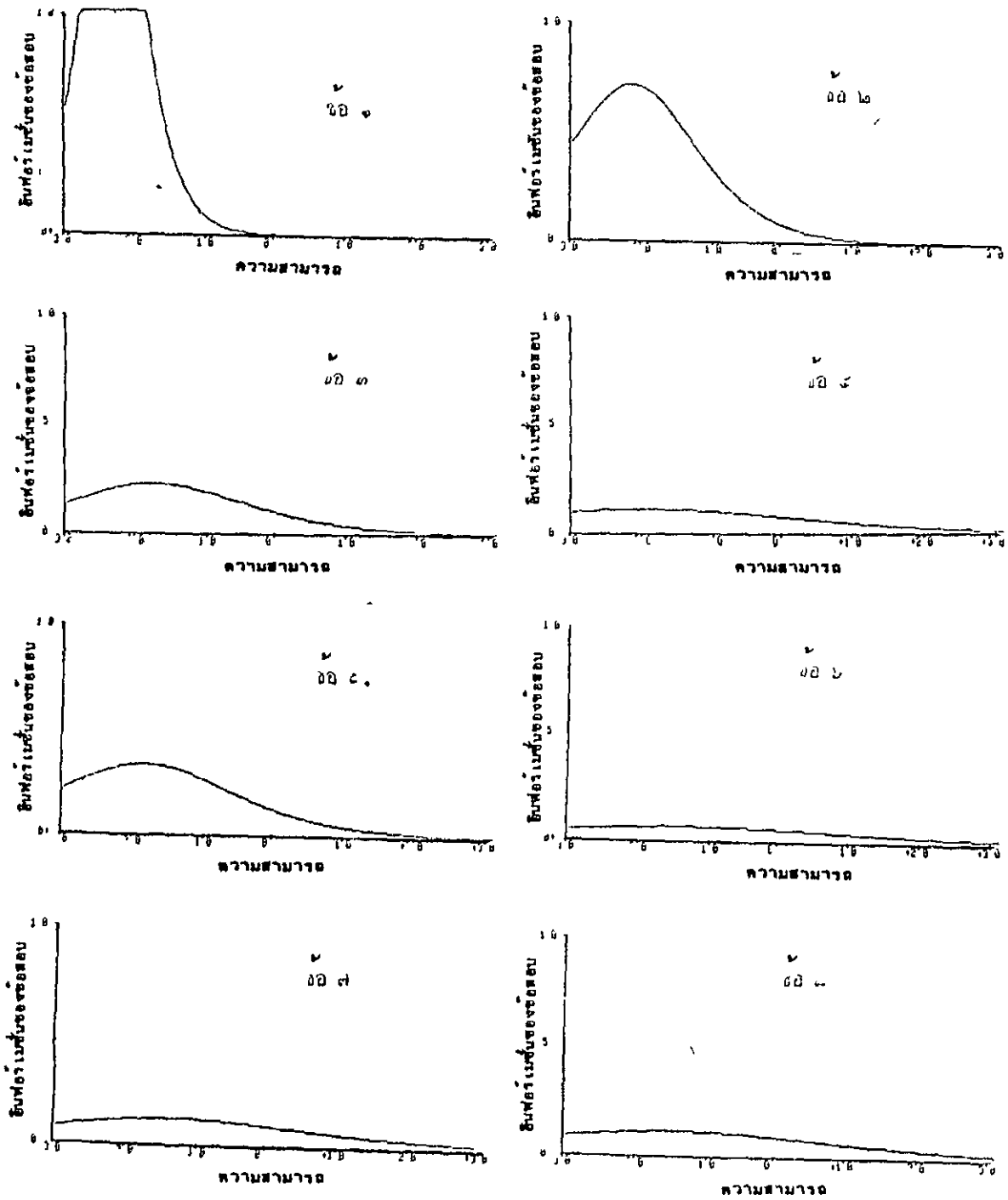
ภาพประกอบ 15 อินฟอร์เมชันของข้อสอบจากแบบทดสอบแยกกลุ่ม



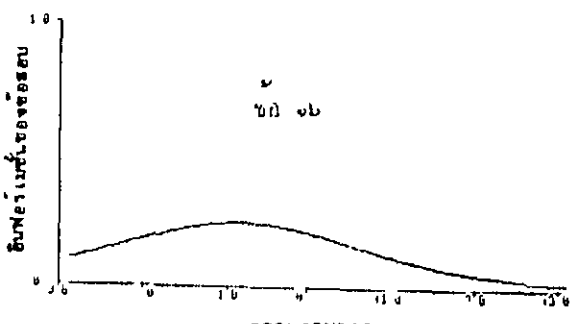
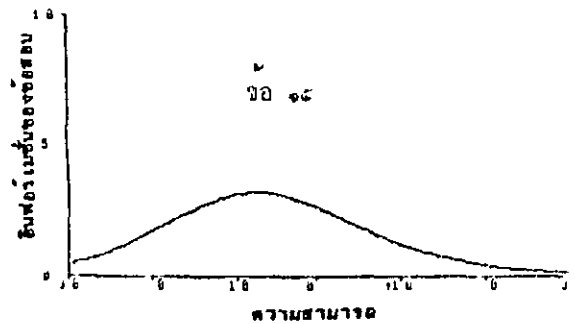
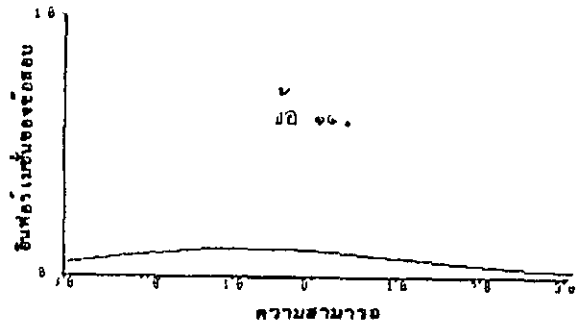
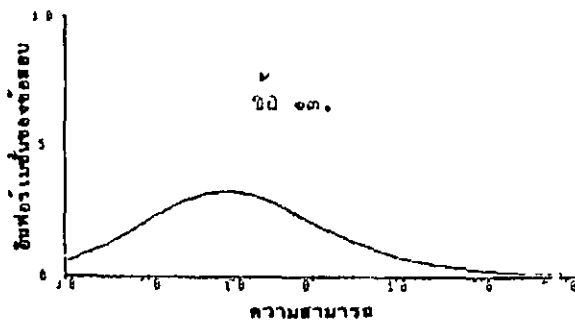
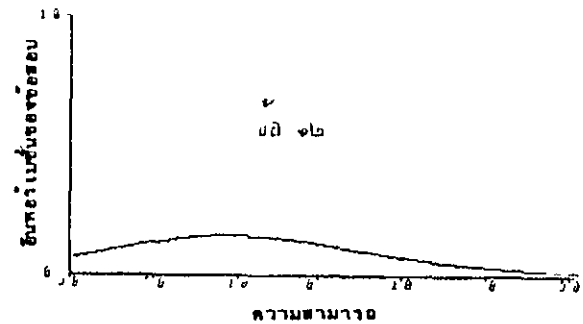
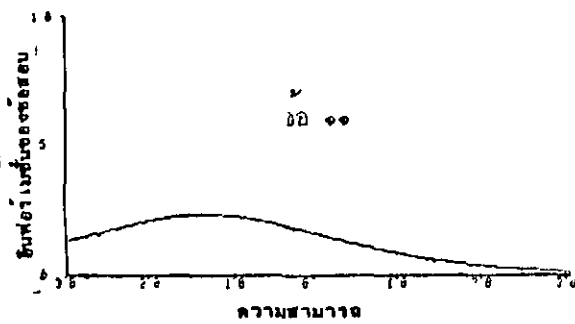
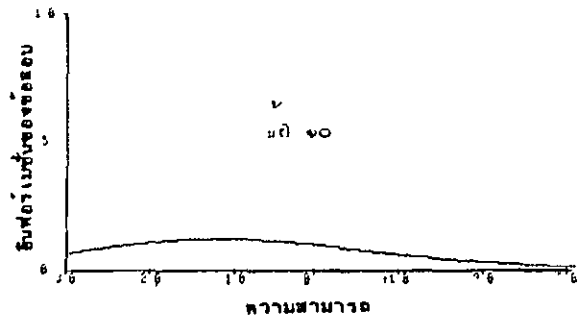
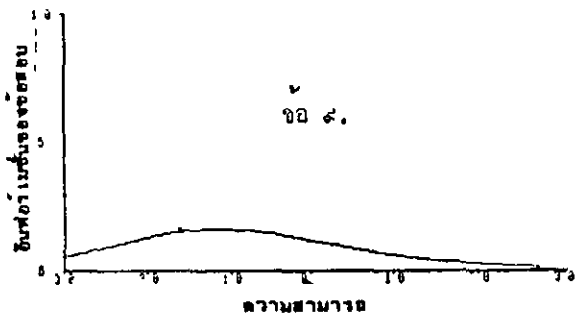
ภาพประกอบ 15 (ต่อ)



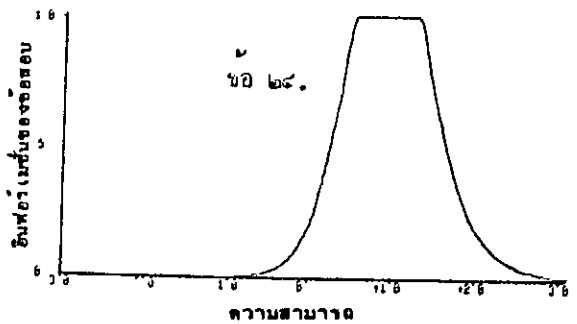
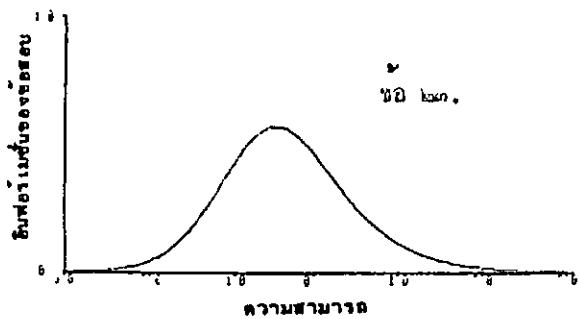
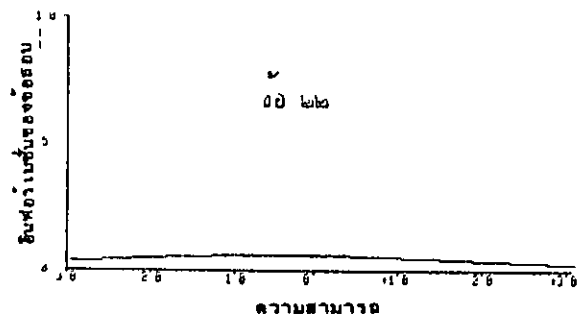
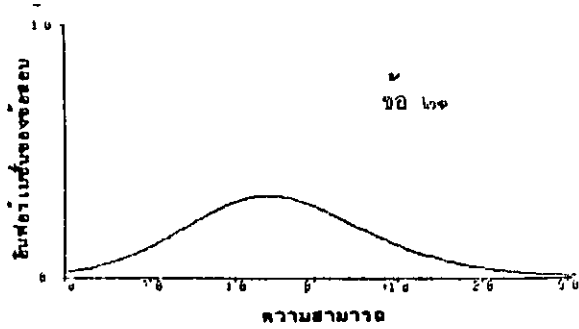
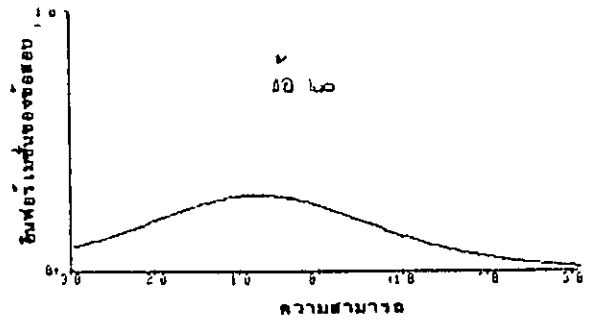
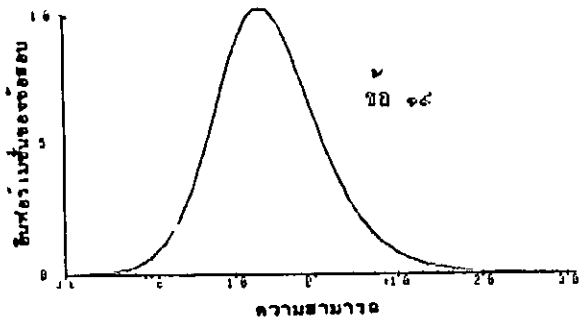
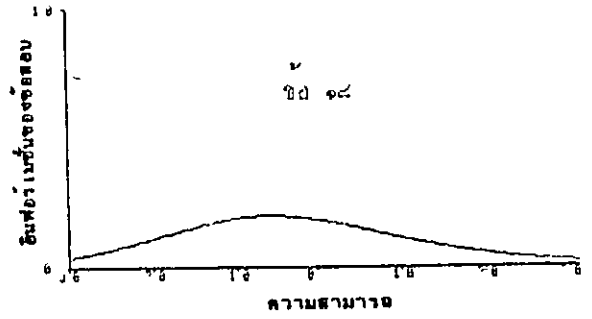
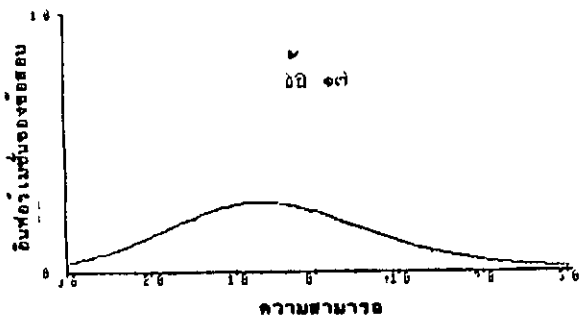
ภาพประกอบ 15 (ต่อ)



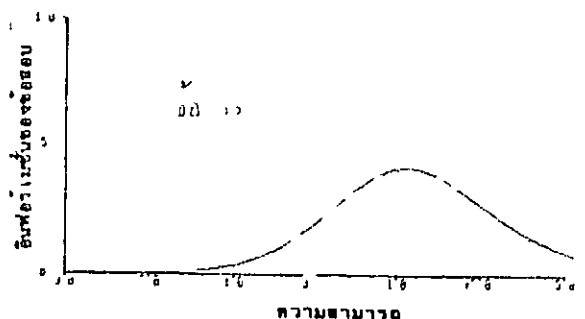
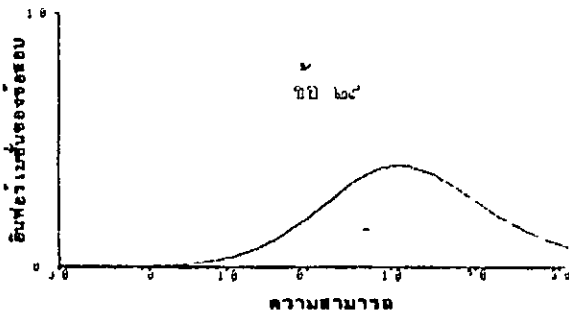
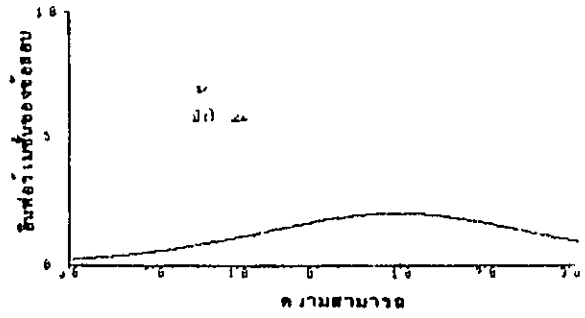
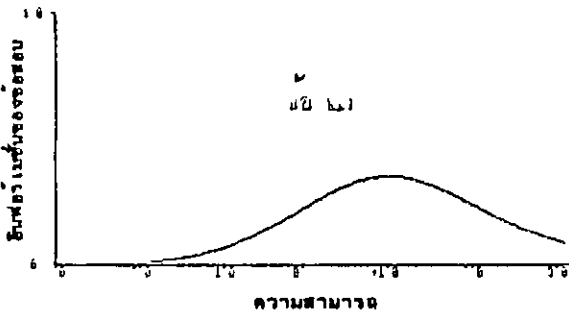
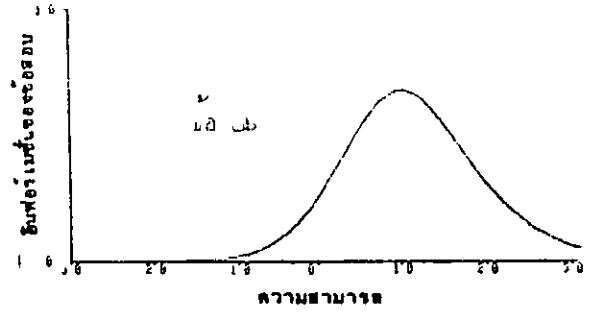
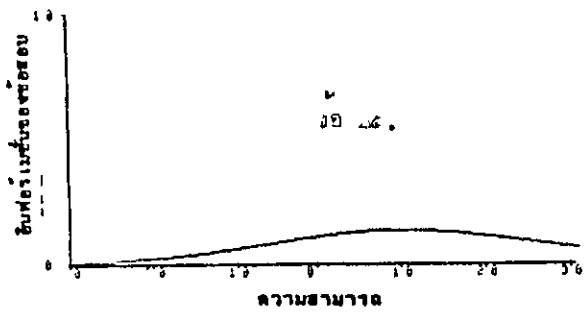
ภาพประกอบ 16 อินฟอร์เมชันของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 1



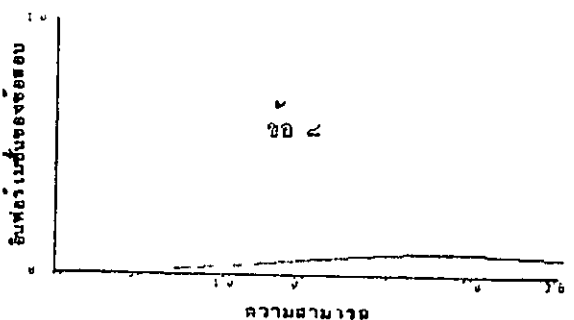
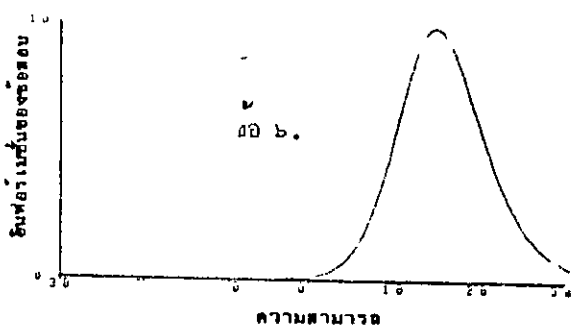
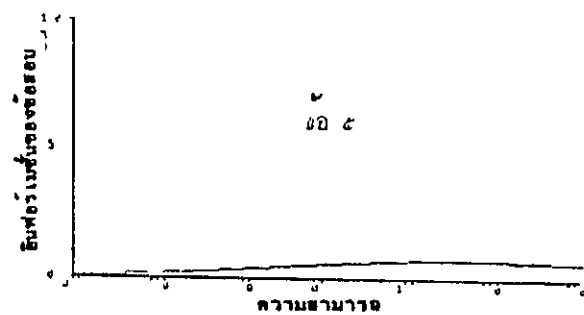
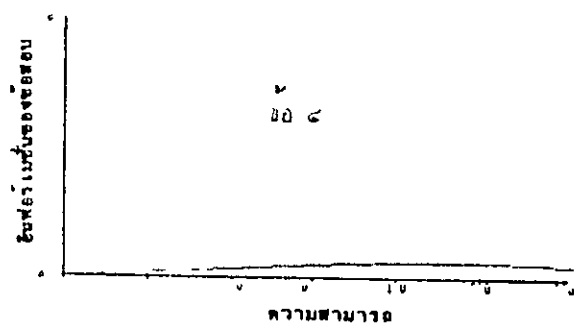
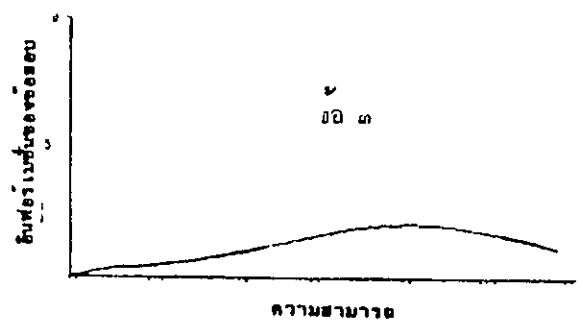
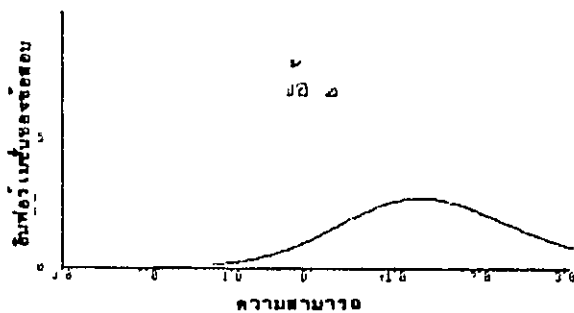
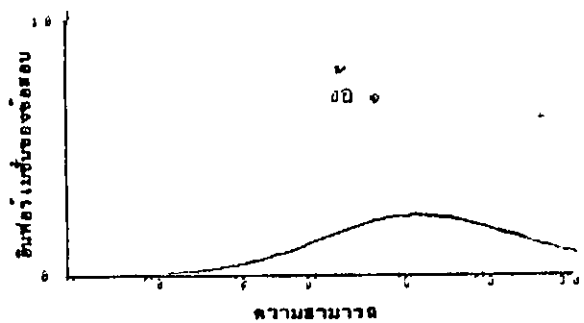
ภาพประกอบ 16 (ต่อ)



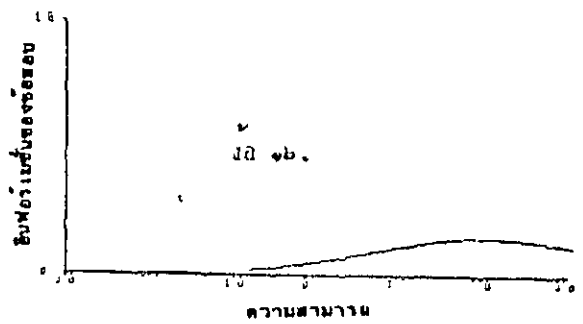
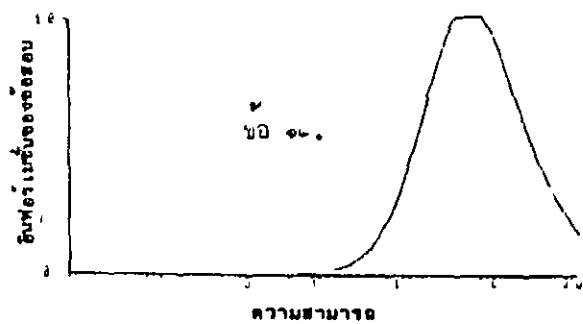
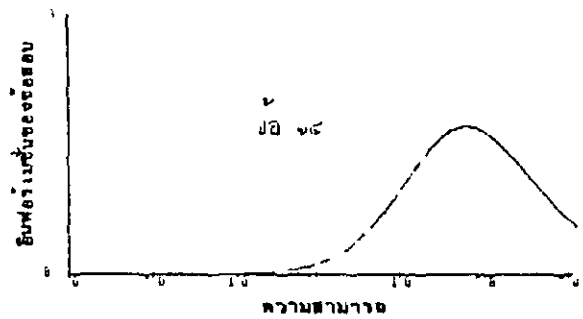
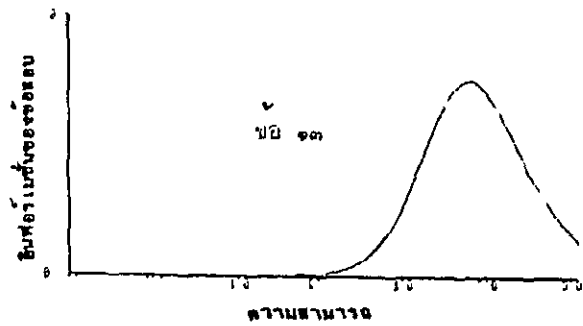
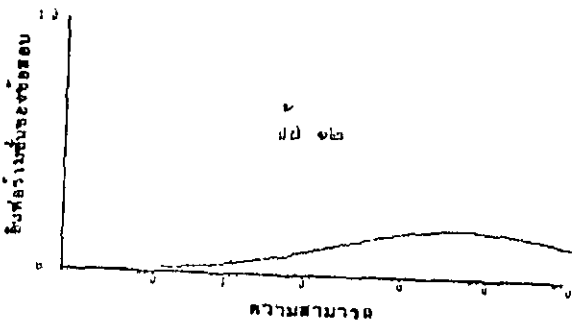
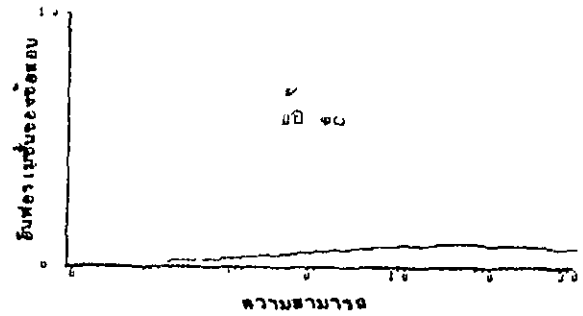
ภาพประกอบ 16 (ต่อ)



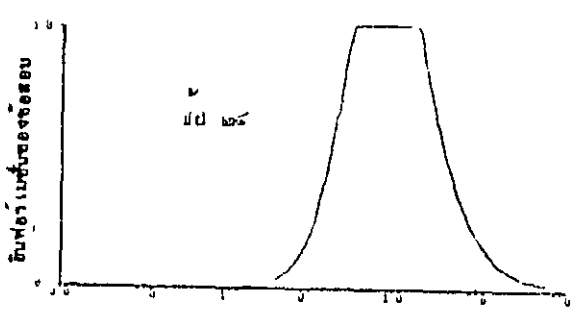
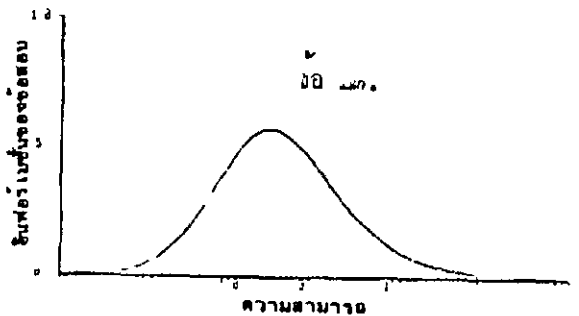
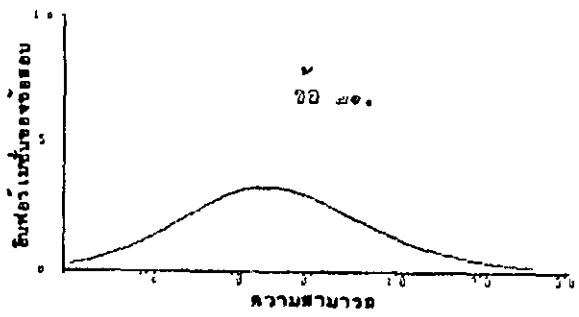
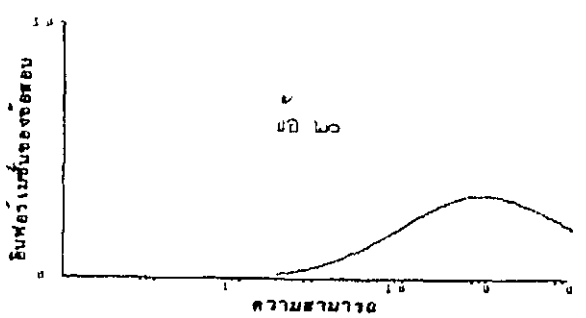
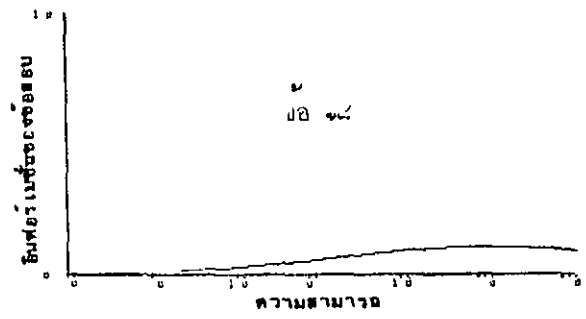
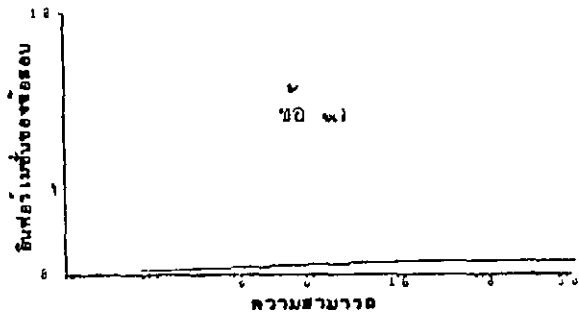
ภาพประกอบ 16 (ต่อ)



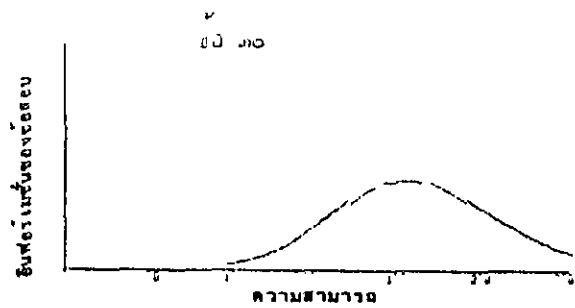
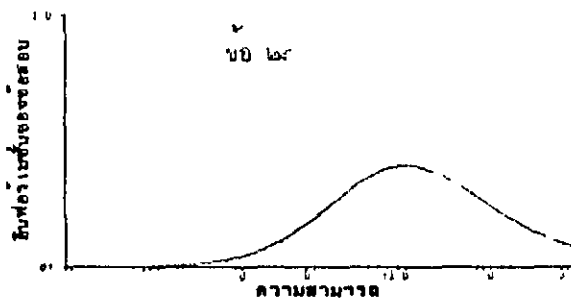
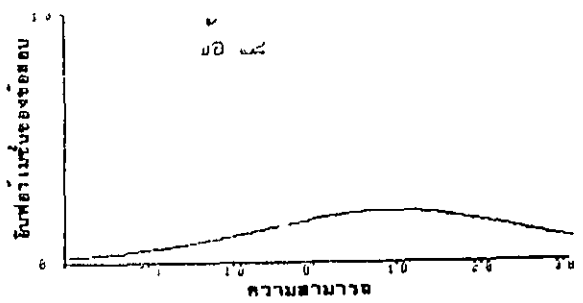
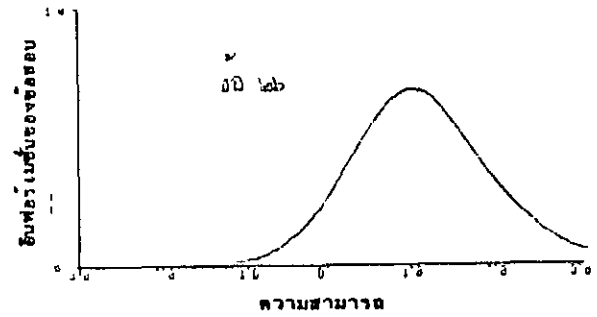
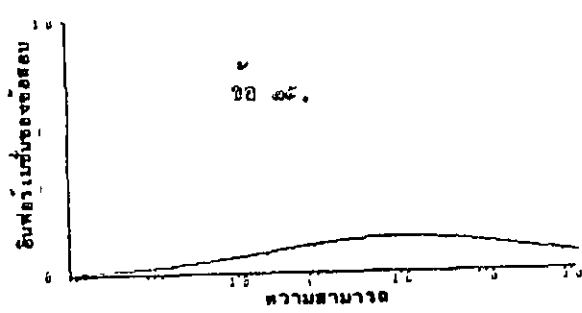
ภาพประกอบ 17 อินฟอร์มชันของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 2



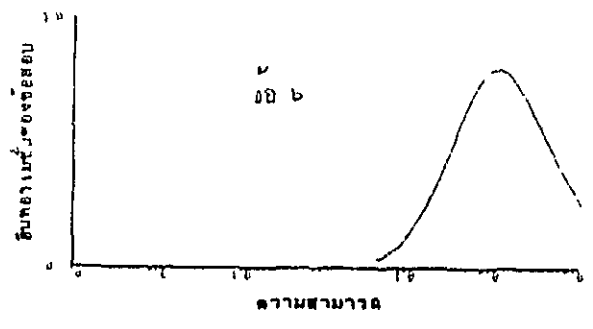
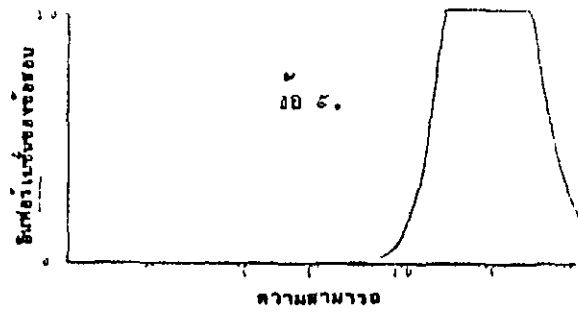
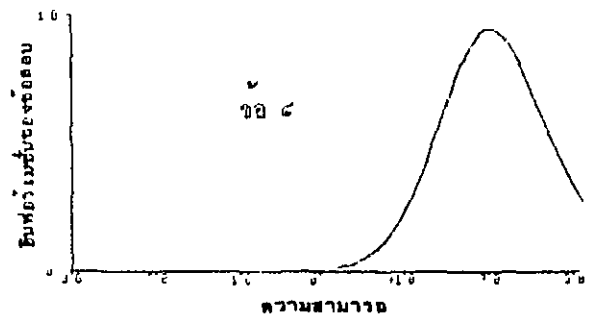
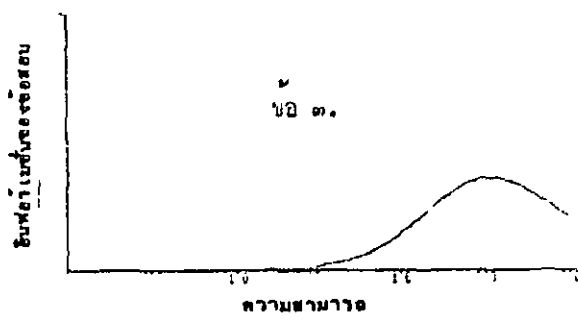
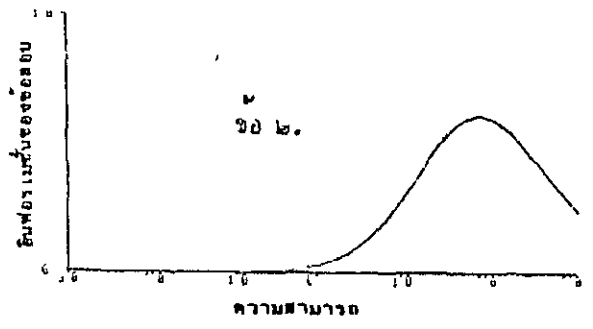
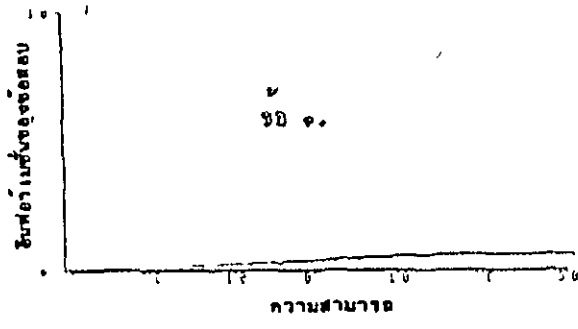
ภาพประกอบ 17 (ต่อ)



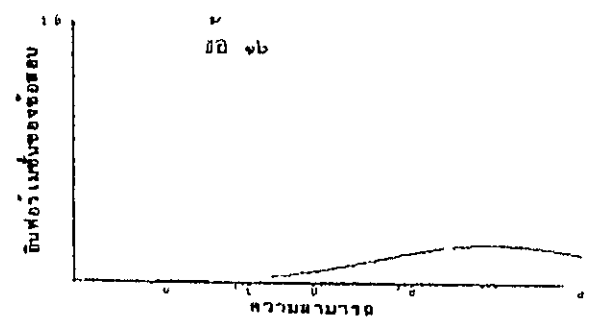
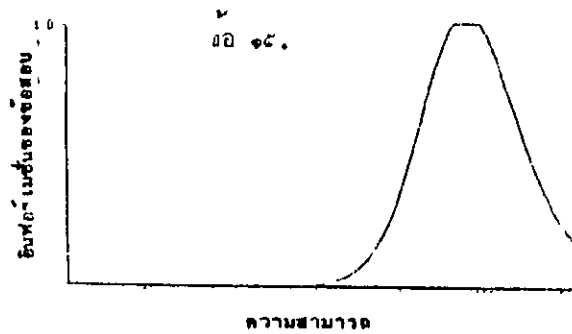
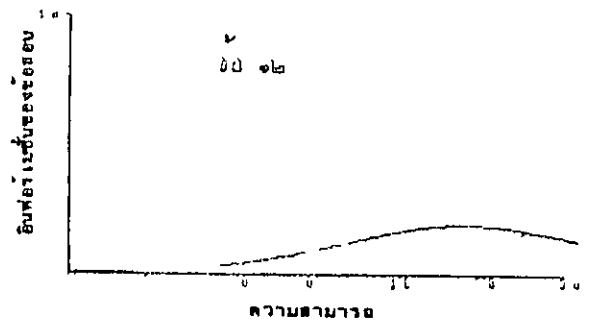
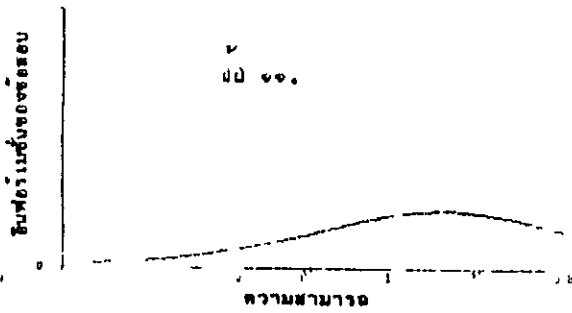
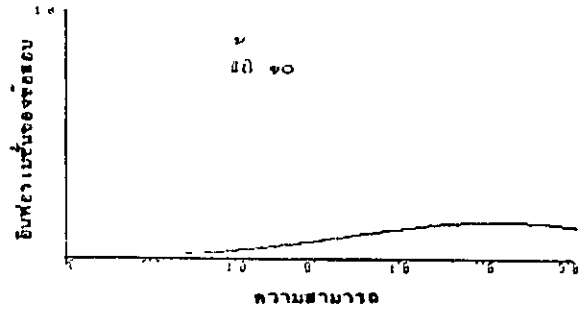
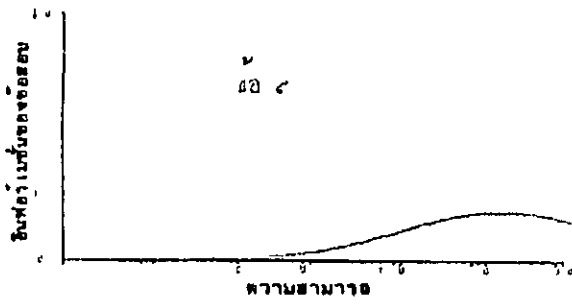
ภาพประกอบ 17 (ต่อ)



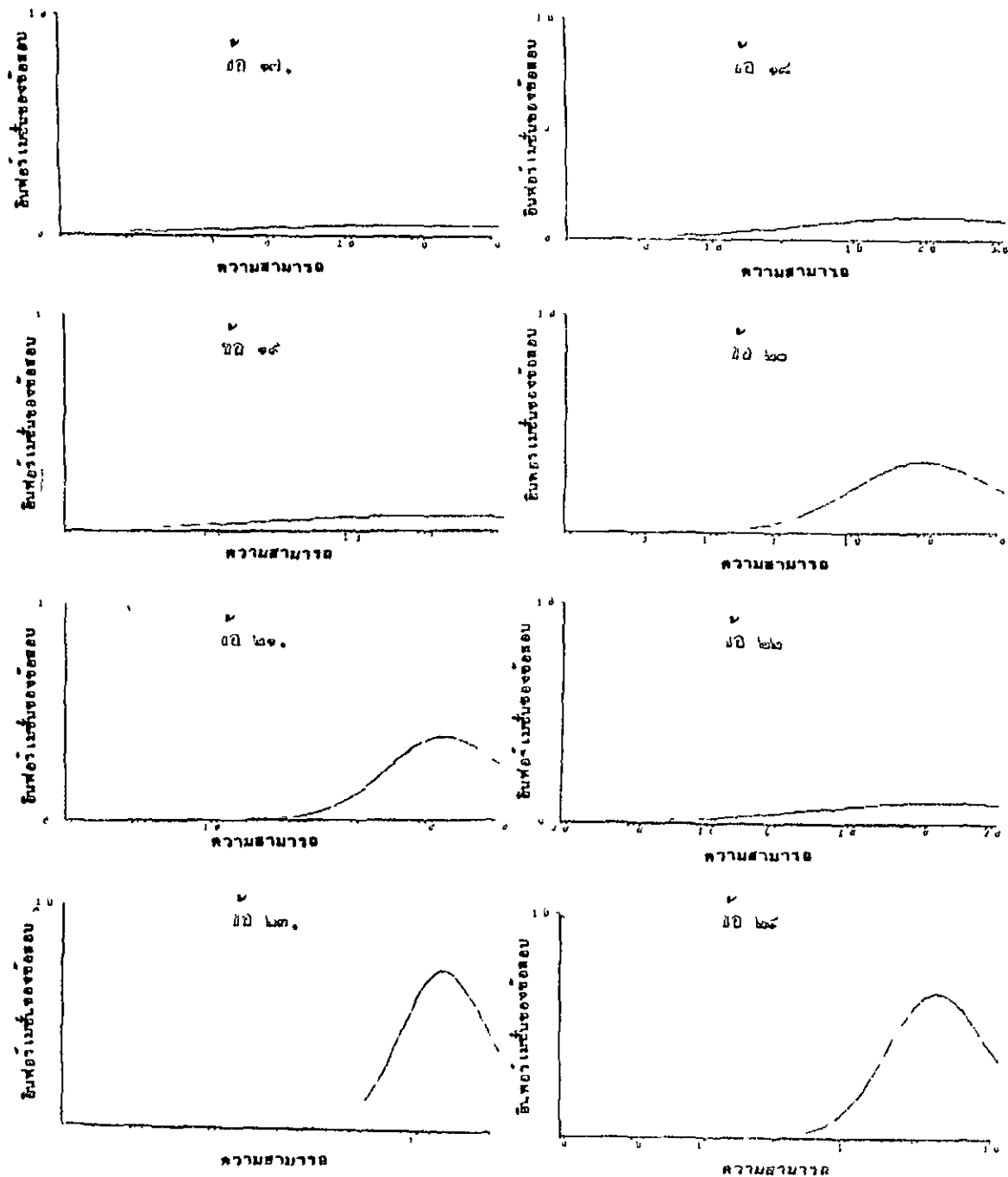
ภาพประกอบ 17 (ต่อ)



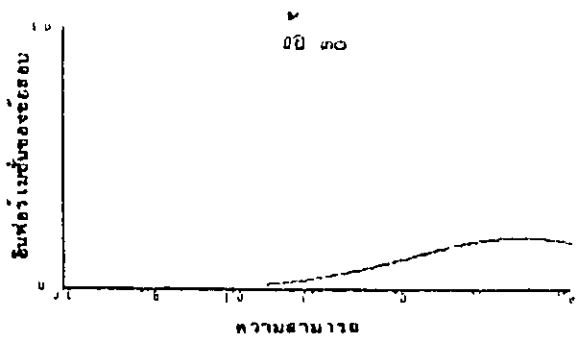
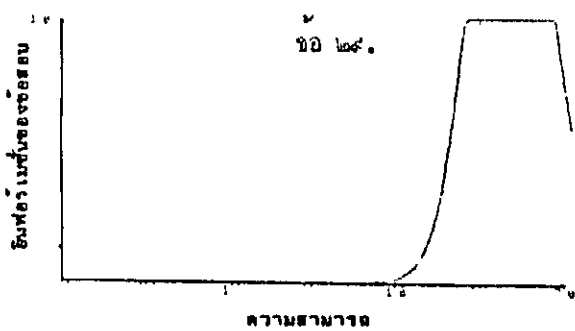
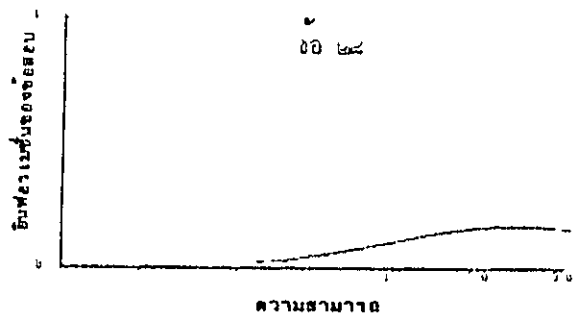
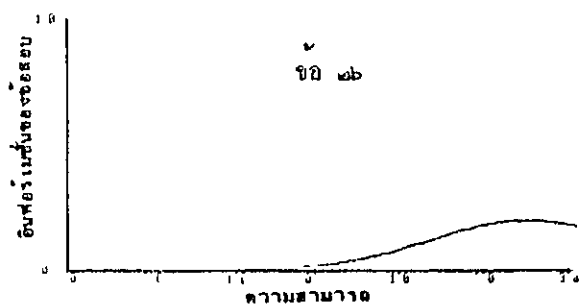
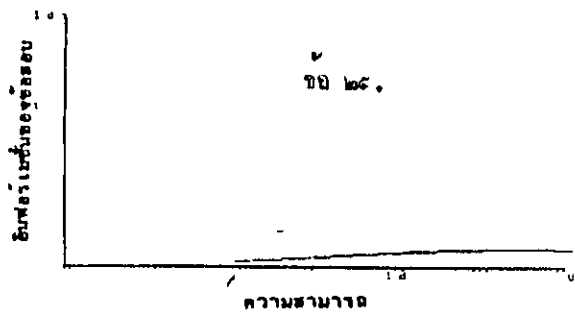
ภาพประกอบ 18 อินฟอร์เมชันของข้อสอบจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3



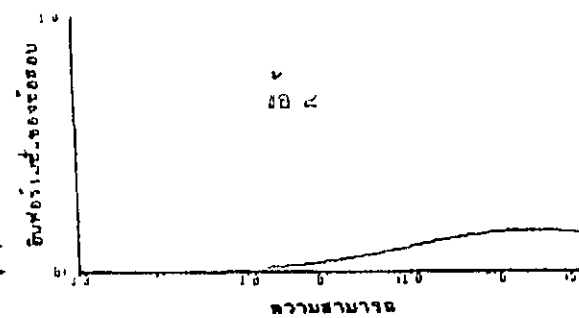
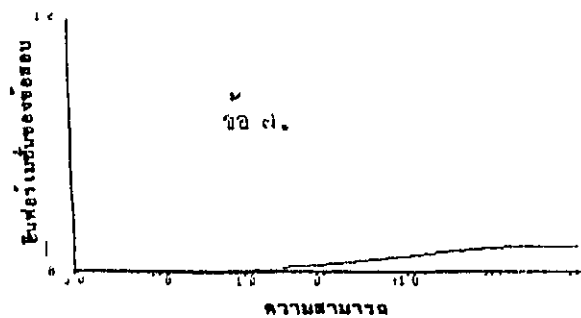
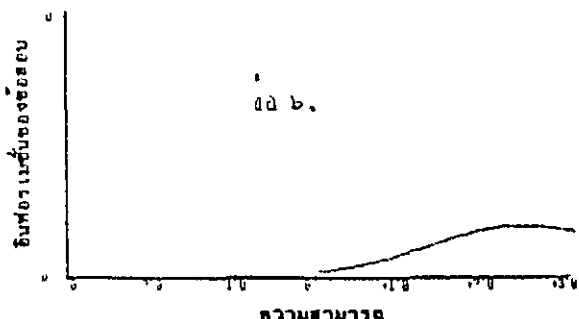
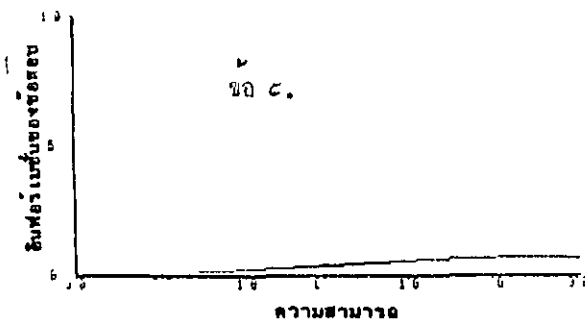
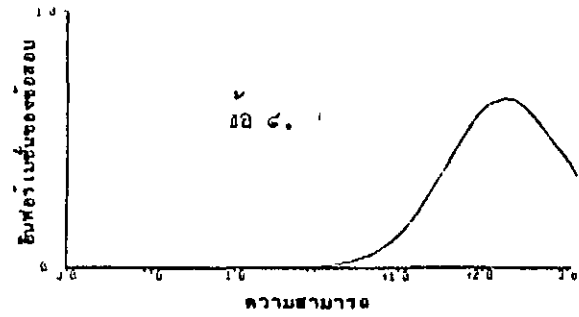
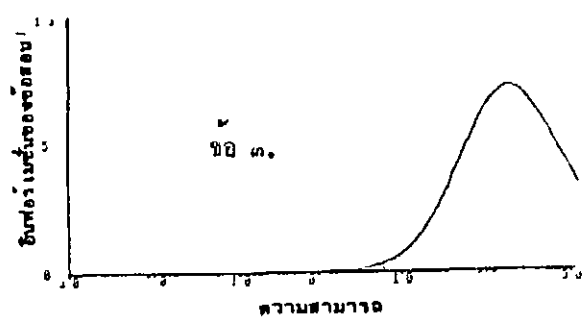
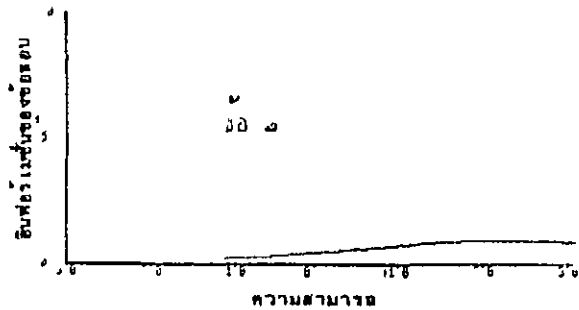
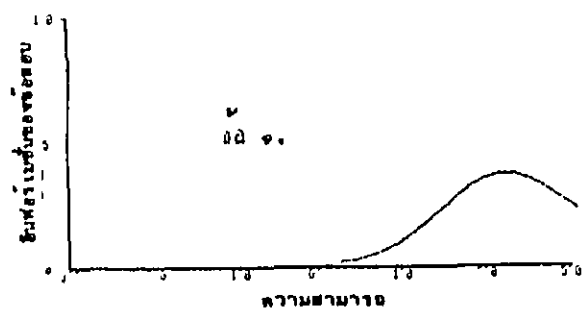
ภาพประกอบ 18 (ต่อ)



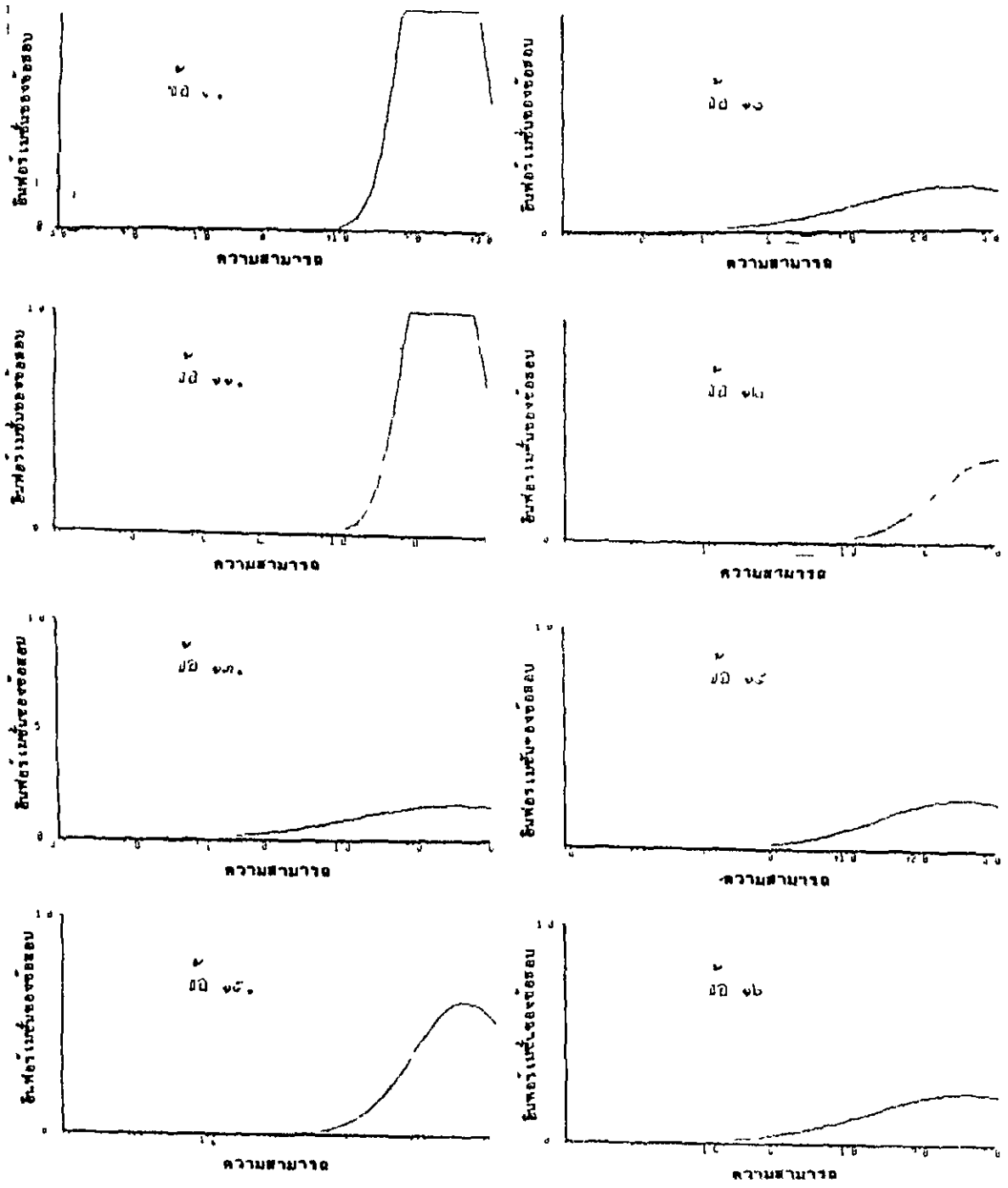
ภาพประกอบ 18 (ต่อ)



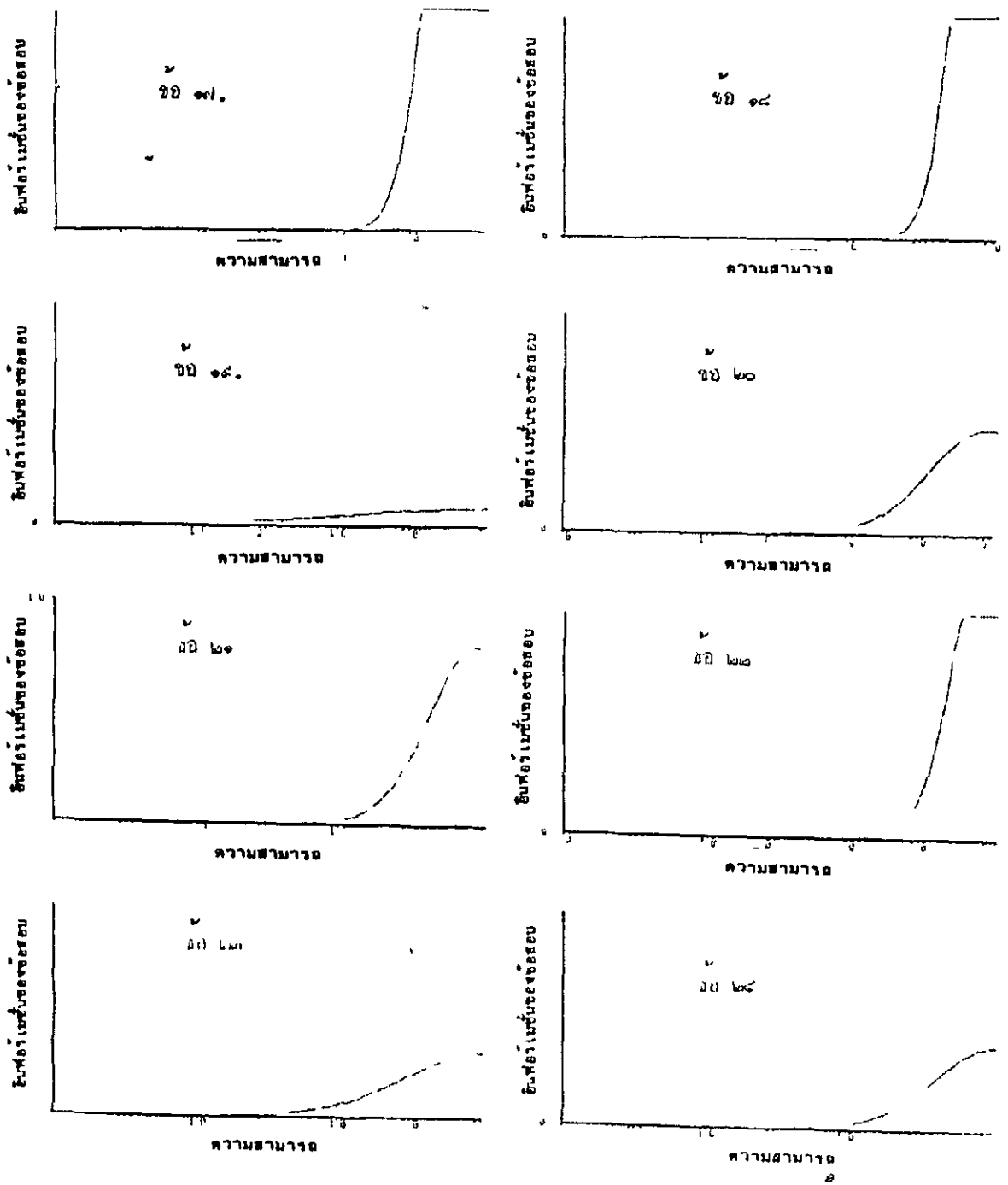
ภาพประกอบ 18 (ต่อ)



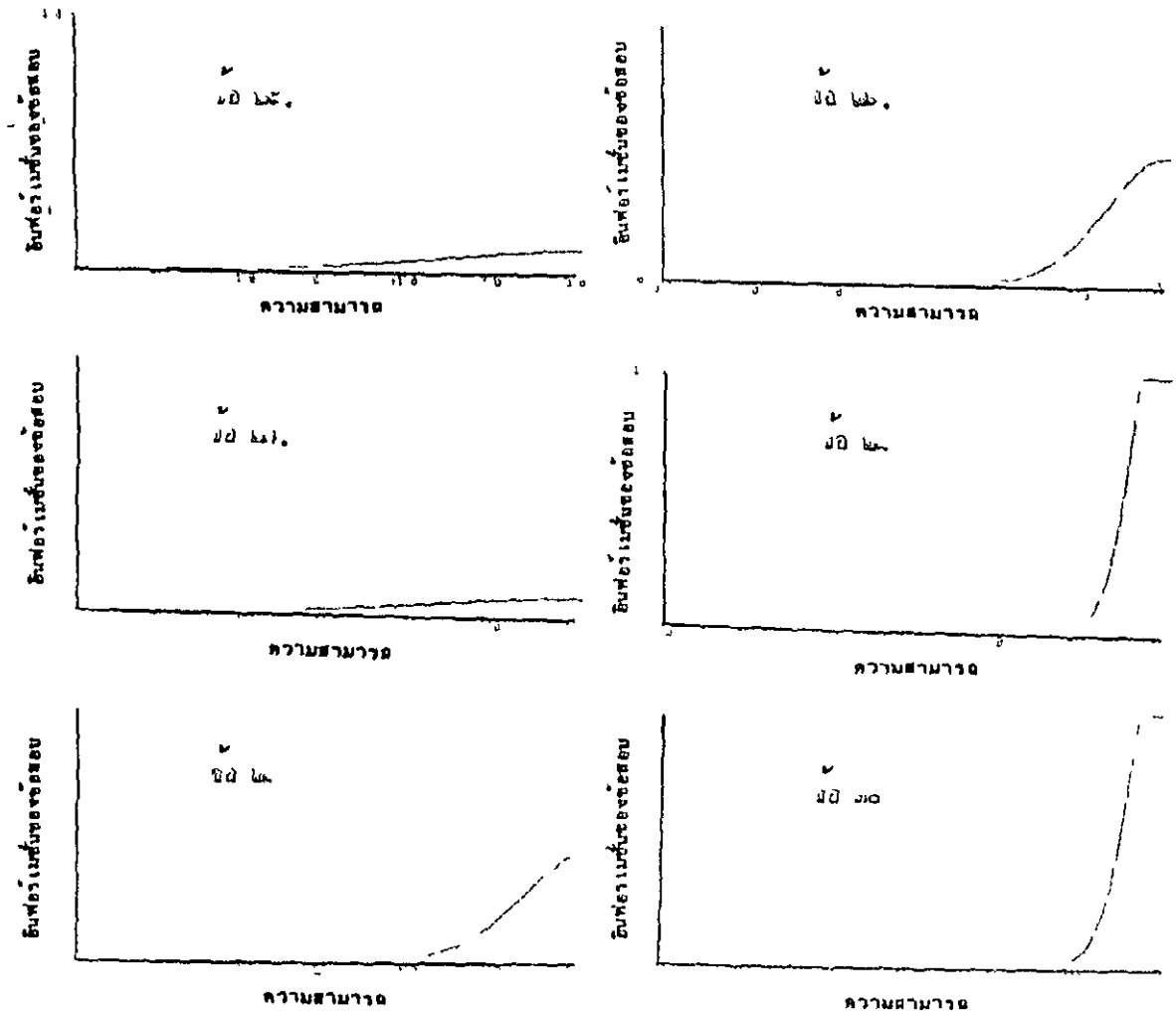
ภาพประกอบ 19 อินฟราเรดของตัวอย่างจากแบบทดสอบหลักฉบับที่ 4



ภาพประกอบ 19 (ต่อ)



ภาพประกอบ 19 (ต่อ)



ภาพประกอบ 19 (ต่อ)

ภาคผนวก ง

ค่าความสามารถที่คำนวณ 3 วิธี ของแบบทดสอบ 4 ฉบับ

ตาราง 21 แสดงค่าความสามารถ จาก 3 วิธีคำนวณ ของ แบบทดสอบหลัก ฉบับที่ 1

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
1	-0.49	-0.722	-1.225	23	-0.41	0.818	-1.002
2	0.20	0.843	-1.058	24	-0.33	0.682	-1.186
3	-0.31	0.695	-1.153	25	-1.37	-0.784	-1.334
4	-0.72	0.876	-1.228	26	-0.49	-0.790	-1.538
5	-0.71	-0.790	-1.487	27	-0.25	0.858	-1.167
6	-0.13	0.818	-1.248	28	-0.49	-0.722	-1.493
7	-0.01	0.843	-1.346	29	-0.25	-0.784	-1.521
8	0.33	0.876	-1.008	30	-0.03	0.695	-1.317
9	-2.92	0.818	-0.725	31	-0.86	0.695	-1.251
10	-0.65	0.876	-1.277	32	-0.47	0.876	-1.087
11	-0.70	0.876	-1.164	33	-0.51	0.858	-1.342
12	-0.78	0.876	-1.087	34	-0.29	0.876	-1.321
13	-0.54	0.695	-1.454	35	-0.45	-0.722	-1.498
14	-0.17	-0.722	-1.434	36	-0.90	0.876	-0.915
15	-0.30	0.813	-1.214	37	-0.29	0.843	-1.269
16	-0.41	-0.784	-1.481	38	-0.94	-0.790	-1.393
17	-0.52	-0.819	-1.550	39	0.05	0.876	-1.187
18	-0.69	-0.722	-1.254	40	-0.68	-0.827	-1.397
19	1.06	0.876	-0.940	41	0.17	0.876	-1.229
20	-0.53	0.813	-1.163	42	-1.61	-0.827	-1.464
21	-1.46	0.876	-1.195	43	-0.05	0.813	-1.112
22	0.85	0.876	-1.033	44	-0.10	0.876	-1.220

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
45	-0.30	-0.722	-1.309	68	-0.35	0.695	-1.209
46	-0.06	0.876	-0.980	69	-0.36	0.876	-1.093
47	-0.40	-0.722	-1.450	70	0.31	0.876	-1.069
48	-0.20	0.876	-1.049	71	-0.89	0.813	-1.598
49	-0.1	0.876	-1.022	72	-0.30	0.876	-1.262
50	0.27	0.843	-1.075	73	-0.2	0.876	-1.169
51	-0.14	0.858	-1.180	74	-0.78	0.876	-1.278
52	-0.27	0.858	-1.371	75	-0.63	0.876	-1.072
53	0.20	0.876	-0.863	76	-0.40	0.813	-1.075
54	-0.24	0.876	-1.312	77	-0.59	-0.784	-1.445
55	0.88	0.858	-0.980	78	-0.56	-0.722	-1.488
56	0.06	-0.722	-1.319	79	-0.81	-0.790	-1.481
57	-0.51	0.876	-1.287	80	-2.07	0.813	-0.922
58	-0.20	0.695	-1.290	81	-0.21	0.858	-1.169
59	-0.48	0.858	-1.119	82	0.34	0.858	-1.032
60	0.09	0.876	-1.053	83	0.56	0.813	-1.094
61	-0.71	-0.722	-1.396	84	-1.10	-0.827	-1.459
62	-1.57	0.876	-1.148	85	0.08	0.876	-1.209
63	-0.80	0.876	-1.029	86	-1.70	0.818	-1.196
64	-0.38	0.843	-1.201	87	-0.65	0.876	-0.829
65	-0.95	-0.819	-1.474	88	-0.52	0.695	-1.282
66	0.20	0.813	-1.157	89	-0.41	-0.790	-1.360
67	0.07	0.843	-1.139	90	-0.58	-0.790	-1.599

ตาราง 21 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
91	-1.08	0.876	-1.243	113	-0.37	0.876	-1.271
92	-0.51	0.858	-1.155	114	-2.37	-0.819	-1.478
93	-1.03	-0.819	-1.605	115	-1.72	0.876	-1.067
94	-0.85	-0.790	-1.475	116	0.34	0.876	-1.086
95	-1.88	-0.819	-1.557	117	0.12	0.818	-1.137
96	-0.71	-0.784	-1.413	118	-0.15	0.876	-1.156
97	-0.3	0.858	-1.394	119	-0.30	0.876	-1.099
98	-0.84	0.682	-1.355	120	-0.00	0.876	-1.201
99	-0.41	0.818	-1.300	121	-2.4	-0.722	-1.183
100	-0.43	-0.722	-1.420	122	-0.76	0.813	-1.150
101	-0.53	0.876	-1.204	123	-0.61	0.858	-1.368
102	-0.63	-0.722	-1.333	124	-0.64	0.843	-1.026
103	-1.78	-0.722	-1.245	125	-0.39	-0.722	-1.299
104	-0.32	0.818	-0.965	126	-0.67	0.876	-1.058
105	-1.01	0.858	-0.944	127	-0.36	0.695	-1.287
106	-0.59	0.843	-1.189	128	-0.46	0.876	-1.218
107	-1.04	0.818	-1.607	129	-0.19	0.818	-1.109
108	-2.61	-0.722	-1.614	130	-0.47	0.813	-1.446
109	-0.59	-0.722	-1.164	131	-0.51	0.876	-1.127
110	-1.11	-0.790	-1.555	132	-2.17	0.876	-1.142
111	-1.32	-0.722	-1.590	133	-1.35	0.876	-0.724
112	-0.36	0.813	-1.361	134	-2.11	-0.790	-1.366

ตาราง 21 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\epsilon_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$e_3$
135	-1.99	0.695	-0.908	138	-1.16	0.695	-1.005
136	-0.89	-0.819	-1.55	139	-1.25	0.682	-0.945
137	-1.44	0.876	-0.946	140	-2.17	0.843	-1.156

ตาราง 22 แสดงค่าความสามารถจาก 3 วิธีคำนวณ ของแบบทดสอบฉบับที่ 2

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
1	-0.85	1.680	0.827	22	-0.79	1.680	0.956
2	-0.07	1.673	1.121	23	-0.90	1.673	0.773
3	0.54	1.680	0.974	24	-0.22	1.673	0.823
4	0.19	1.683	0.984	25	0.26	1.683	0.890
5	-0.45	1.683	0.837	26	0.62	1.673	1.050
6	-0.36	1.683	0.955	27	0.31	1.680	1.016
7	0.01	1.683	1.012	28	0.16	1.711	0.832
8	0.12	1.683	0.871	29	0.17	1.683	0.876
9	-0.27	1.683	0.912	30	-0.10	1.349	0.516
10	-0.05	1.683	0.735	31	0.18	1.711	0.864
11	-0.83	1.549	0.796	32	0.23	1.683	0.972
12	-0.52	1.673	0.912	33	0.79	1.683	0.968
13	-0.60	1.683	0.777	34	0.22	1.711	0.806
14	-0.35	1.549	0.617	35	-1.26	1.549	0.762
15	-0.91	1.673	1.072	36	0.13	1.683	0.980
16	-1.05	1.605	1.152	37	-1.44	1.318	0.823
17	-0.33	1.683	0.806	38	-1.62	1.571	1.093
18	-0.64	1.461	0.629	39	-0.98	1.683	0.845
19	-0.30	1.673	0.600	40	-0.09	1.683	0.864
20	-0.1	1.685	0.791	41	-0.28	1.711	0.680
21	-0.08	1.673	0.827	42	-1.56	1.637	0.617

ตาราง 22 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
43	-1.87	1.683	1.293	65	-0.49	1.711	1.114
44	-0.17	1.711	1.057	66	-0.25	1.683	1.067
45	-1.0	1.349	0.789	67	-0.97	1.711	0.805
46	-0.60	1.673	0.698	68	-0.17	1.711	0.795
47	-1.37	1.349	0.649	69	-0.63	1.680	0.930
48	-0.15	1.711	0.964	70	-0.3	1.673	0.952
49	-0.72	1.549	0.860	71	-0.48	1.711	1.079
50	-1.44	1.549	0.764	72	-2.79	1.711	0.686
51	-0.76	1.549	0.799	73	0.33	1.683	1.130
52	-0.39	1.711	0.811	74	-0.10	1.683	0.772
53	-0.60	1.683	0.765	75	0.22	1.711	0.877
54	-1.05	1.711	0.993	76	0.30	1.637	0.899
55	0.60	1.683	0.936	77	0.62	1.680	1.001
56	-1.39	1.711	1.067	78	-0.02	1.683	0.658
57	-0.53	1.683	0.826	79	0.68	1.683	1.114
58	-0.79	1.711	1.176	80	-0.51	1.683	0.797
59	-0.56	1.683	1.040	81	0.34	1.711	1.040
60	-0.41	1.637	0.690	82	-0.01	1.683	0.716
61	0.08	1.637	0.805	83	-0.37	1.711	0.816
62	-0.35	1.683	0.970	84	-2.28	1.683	0.904
63	-0.23	1.683	0.781	85	0.04	1.683	0.838
64	-2.90	1.318	0.694	86	-0.13	1.711	0.727

ตาราง 22 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
87	0.50	1.683	0.886	110	-0.55	1.673	1.044
88	-0.56	1.711	0.996	111	0.05	1.680	0.971
89	-0.62	1.711	1.446	112	-0.77	1.673	1.028
90	-0.37	1.683	1.033	113	-1.33	1.673	1.290
91	0.13	1.683	0.745	114	-0.46	1.683	0.890
92	-0.92	1.711	0.805	115	-0.62	1.711	1.078
93	-0.4	1.673	0.621	116	-0.02	1.680	1.033
94	-0.73	1.711	0.625	117	-0.7	1.683	0.940
95	-0.19	1.683	0.857	118	0.57	1.683	0.932
96	-0.38	1.683	1.121	119	-0.06	1.683	0.926
97	-0.20	1.683	0.859	120	-0.41	1.680	0.808
98	-0.38	1.680	0.819	121	-0.10	1.683	0.728
99	-0.30	1.673	0.682	122	-0.58	1.683	0.955
100	-1.05	1.683	0.836	123	-0.30	1.683	0.815
101	-1.03	1.683	0.767	124	-0.29	1.683	0.863
102	-0.24	1.711	0.987	125	-0.04	1.683	0.907
103	-0.44	1.680	0.909	126	-0.49	1.680	0.580
104	-0.02	1.637	0.890	127	-0.05	1.711	0.768
105	-0.42	1.637	1.063	128	0.33	1.711	0.890
106	-0.45	1.683	0.950	129	-0.35	1.683	1.016
107	0.19	1.537	0.554	130	0.22	1.680	0.756
108	-0.36	1.673	0.837	131	-0.82	1.673	0.925
109	0.28	1.680	0.764	132	0.19	1.711	0.912

ตาราง 22 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
133	-0.67	1.711	0.927	156	-0.10	1.680	0.712
134	-1.98	1.680	0.434	157	-0.60	1.673	1.086
135	-0.44	1.711	0.640	158	-1.12	1.683	1.031
136	-0.14	1.683	0.720	159	-0.62	1.637	1.079
137	-0.52	1.637	0.386	160	-0.62	1.680	0.718
138	0.13	1.683	0.746	161	0.14	1.683	0.951
139	-0.41	1.680	0.686	162	-1.79	1.549	0.725
140	-0.40	1.711	1.048	163	0.24	1.711	1.062
141	-1.46	1.711	1.109	164	-0.61	1.680	0.715
142	0.3	1.637	0.885	165	-0.7	1.683	0.503
143	0.45	1.683	0.986	166	-1.37	1.683	1.335
144	0.25	1.711	1.077	167	-0.86	1.680	0.931
145	-0.47	1.683	0.790	168	0.13	1.680	0.890
146	0.00	1.711	1.221	169	-0.74	1.683	0.561
147	-1.38	1.571	1.090	170	-0.53	1.683	0.868
148	-0.75	1.683	1.024	171	-0.74	1.673	1.250
149	-2.06	1.605	0.996	172	-0.77	1.673	1.078
150	-0.16	1.711	1.108	173	0.18	1.680	0.804
151	-1.46	1.683	1.336	174	0.52	1.673	0.917
152	-0.61	1.683	0.509	175	-0.21	1.683	1.184
153	-0.48	1.683	1.108	176	-0.22	1.680	0.844
154	-1.43	1.711	0.531	177	-0.69	1.711	0.897
155	-1.04	1.673	1.017	178	0.04	1.680	0.766

ตาราง 22 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
179	-0.61	1.683	0.936	202	-0.68	1.680	0.829
180	0.15	1.683	0.755	203	-1.00	1.683	0.952
181	0.16	1.683	0.740	204	0.25	1.683	1.034
182	0.54	1.680	1.039	205	-0.18	1.537	0.837
183	-0.25	1.673	0.746	206	0.39	1.711	0.844
184	-0.67	1.711	1.362	207	-0.90	1.711	0.812
185	-0.20	1.683	0.649	208	0.01	1.683	0.684
186	-1.30	1.571	0.946	209	-0.55	1.683	0.779
187	-0.15	1.673	0.653	210	-1.49	1.683	1.058
188	-3.30	1.537	1.146	211	-0.79	1.680	0.882
189	-0.6	1.711	0.896	212	-0.72	1.683	0.978
190	-0.96	1.537	0.711	213	-0.88	1.683	0.764
191	-4.17	1.605	0.733	214	-0.2	1.711	1.160
192	-0.35	1.537	0.550	215	0.01	1.683	1.049
193	-0.23	1.673	1.035	216	-0.05	1.683	0.888
194	-0.59	1.605	0.625	217	-0.14	1.711	0.858
195	-1.61	1.673	1.243	218	0.08	1.680	0.921
196	-2.61	1.680	0.832	219	0.14	1.683	0.811
197	-0.21	1.683	0.767	220	-2.81	1.711	0.548
198	-0.47	1.673	0.827	221	-0.64	1.711	0.613
199	-0.11	1.673	0.654	222	-0.35	1.673	1.035
200	-0.64	1.637	0.682	223	0.08	1.680	0.869
201	-0.24	1.683	1.063	224	-0.01	1.680	0.821

ตาราง 22 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
225	-0.24	1.711	0.715	242	2.09	1.711	1.020
226	-1.00	1.683	0.704	243	1.38	1.711	1.032
227	-0.24	1.637	0.857	244	2.18	1.711	1.005
228	0.10	1.680	1.763	245	1.52	1.711	1.059
229	-0.18	1.680	0.712	246	1.30	1.711	1.124
230	-0.39	1.680	1.092	247	1.88	1.711	1.010
231	0.14	1.683	0.898	248	1.77	1.711	1.073
232	0.21	1.711	1.041	249	1.42	1.711	1.006
233	0.22	1.711	0.943	250	1.98	1.711	1.028
234	-0.88	1.683	0.924	251	1.33	1.711	1.068
235	2.37	1.711	1.043	252	1.38	1.711	1.132
236	2.78	1.711	1.044	253	1.36	1.711	1.072
237	2.17	1.711	1.045	254	1.54	1.711	1.076
238	1.80	1.711	1.049	255	1.43	1.711	1.111
239	3.3	1.711	1.017	256	1.48	1.711	1.108
240	1.86	1.711	1.051	257	1.36	1.711	1.032
241	1.82	1.711	1.107	258	1.17	1.711	1.076

ตาราง 23 แสดงค่าความสามารถจาก 3 วิธีคำนวณ ของแบบทดสอบหลักฉบับที่ 3

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
1	-0.79	1.851	1.628	24	-0.31	2.041	1.845
2	-0.30	1.946	1.747	25	-0.27	2.133	1.801
3	-0.16	1.938	1.733	26	-0.43	2.175	1.894
4	-0.85	2.133	1.777	27	0.23	2.056	1.735
5	-0.98	2.030	1.700	28	-0.18	1.893	1.739
6	-0.98	1.893	1.713	29	-4.19	2.041	1.878
7	-1.95	2.133	1.803	30	-0.33	2.190	1.955
8	-0.45	2.133	1.696	31	-0.98	2.252	1.940
9	-0.60	2.133	1.895	32	-0.10	2.252	1.915
10	-0.88	2.123	2.112	33	0.5	2.190	1.864
11	-0.42	1.910	1.723	34	-0.31	2.175	1.824
12	0.08	2.133	1.786	35	0.82	2.190	1.858
13	-1.48	1.893	1.737	36	0.08	2.252	1.830
14	0.18	2.133	1.834	37	0.32	2.123	1.784
15	-0.15	2.133	1.851	38	0.66	2.252	1.897
16	-0.75	2.041	1.750	39	-0.68	2.133	1.831
17	-2.61	2.252	1.874	40	-0.59	2.175	1.880
18	-0.72	2.133	1.788	41	-0.70	2.252	1.839
19	-1.89	2.190	1.963	42	0.32	2.123	1.741
20	0.17	2.175	1.819	43	-2.61	1.938	1.808
21	0.13	2.252	1.839	44	-2.55	2.133	1.877
22	-0.04	2.252	1.851	45	-2.27	2.030	1.894
23	-0.99	2.175	1.813	46	-4.28	2.123	1.896

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
47	-1.25	2.123	1.714	70	0.19	2.175	1.882
48	-0.97	2.175	1.832	71	-0.07	2.252	1.958
49	-0.09	2.190	1.876	72	0.18	2.175	1.802
50	-0.72	1.934	1.755	73	-0.04	2.123	1.809
51	0.15	2.252	1.892	74	-0.27	2.252	1.920
52	-0.21	2.252	1.858	75	0.31	2.190	1.835
53	0.04	2.123	1.827	76	0.43	2.190	1.822
54	-1.06	2.190	1.906	77	-0.96	2.252	1.869
55	0.02	2.190	1.746	78	-0.03	2.190	1.867
56	-0.77	2.190	1.837	79	-0.08	2.252	1.792
57	-1.69	1.737	1.678	80	0.46	2.030	1.817
58	-0.3	1.964	1.780	81	-0.61	2.190	1.814
59	-1.06	2.252	1.872	82	-0.97	2.175	1.853
60	-0.73	2.252	1.798	83	0.1	2.252	1.824
61	-0.17	2.252	1.864	84	0.85	2.252	1.870
62	0.52	2.056	1.787	85	-0.08	2.252	1.851
63	-0.39	2.252	1.865	86	0.46	2.123	1.846
64	-0.32	2.252	1.808	87	-0.61	2.252	1.923
65	0.06	2.041	1.790	88	0.74	2.190	1.803
66	-0.40	2.133	1.781	89	0.74	2.190	1.802
67	0.37	2.175	1.830	90	-0.81	2.190	1.879
68	-1.43	2.175	1.962	91	-0.82	2.190	1.894
69	-0.11	2.123	1.834	92	-1.27	2.133	1.872

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
93	0.43	2.252	1.865	115	0.77	2.252	1.840
94	-0.14	2.175	1.822	116	0.12	2.252	1.803
95	0.22	2.190	1.836	117	-0.11	2.190	1.804
96	-0.07	2.175	1.835	118	0.03	2.133	1.840
97	-2.20	2.175	1.867	119	-0.80	2.133	1.709
98	-0.63	2.252	1.841	120	-0.43	2.252	1.898
99	0.12	2.175	1.780	121	-0.31	2.252	1.894
100	-0.72	2.190	1.888	122	0.59	2.190	1.843
101	-0.54	2.133	1.854	123	0.22	2.252	1.821
102	-0.64	2.175	1.854	124	-0.38	2.252	1.875
103	-1.82	2.030	1.774	125	-0.48	2.252	1.898
104	-1.15	2.133	1.832	126	-0.27	2.175	1.856
105	-0.1	2.041	1.832	127	-0.46	2.190	1.842
106	-1.24	2.175	1.781	128	0.28	2.190	1.810
107	-1.32	2.190	1.808	129	-0.0	2.252	1.875
108	-0.11	2.175	1.868	130	-0.29	2.252	1.839
109	0.82	2.252	1.862	131	-0.23	2.252	1.898
110	-0.16	2.252	1.850	132	-1.36	2.133	1.834
111	-0.10	2.175	1.850	133	-3.47	2.123	1.842
112	-0.18	2.175	1.833	134	0.46	2.133	1.802
113	-0.01	2.252	1.872	135	-4.69	2.123	1.894
114	-0.47	2.123	1.828	136	-2.16	1.938	1.783

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
137	-0.42	2.133	1.806	159	-0.50	2.133	1.826
138	-1.78	2.252	1.944	160	0.52	2.252	1.821
139	-0.41	2.030	1.724	161	0.22	2.252	1.788
140	-0.05	2.252	1.791	162	-0.03	2.123	1.817
141	-0.76	2.252	1.853	163	-0.53	2.252	1.885
142	-1.57	2.133	1.795	164	0.19	2.190	1.802
143	0.14	2.041	1.748	165	0.12	2.252	1.802
144	-0.27	2.175	1.803	166	-0.81	2.175	1.839
145	0.14	2.252	1.863	167	-0.44	2.252	1.776
146	-2.06	1.893	1.680	168	0.38	2.252	1.872
147	0.05	1.938	1.774	169	-0.01	2.123	1.770
148	-0.36	2.190	1.784	170	-0.64	2.190	1.908
149	-1.13	1.964	1.757	171	-0.32	2.175	1.890
150	-0.76	2.252	1.853	172	0.00	2.252	1.845
151	-1.02	2.252	1.945	173	-1.12	1.964	1.762
152	-1.9	1.964	1.788	174	0.22	2.252	1.856
153	0.14	2.175	1.853	175	-2.57	2.041	1.761
154	-0.35	2.175	1.818	176	0.0	2.175	1.836
155	0.02	2.123	1.767	177	-0.43	2.252	1.855
156	0.26	2.133	1.764	178	0.75	2.252	1.793
157	-1.20	1.820	1.668	179	-2.54	1.893	1.701
158	0.12	2.190	1.878	180	-0.50	1.893	1.732

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
181	-0.10	2.190	1.905	203	0.10	2.133	1.80
182	-0.80	2.056	1.748	204	0.05	1.893	1.747
183	0.43	2.190	1.912	205	0.12	2.190	1.827
184	0.02	2.190	1.864	206	-0.41	2.175	1.844
185	0.17	2.123	1.711	207	0.52	2.252	1.809
186	0.19	2.252	1.810	208	-1.69	2.175	1.825
187	-0.62	1.934	1.750	209	-1.84	2.123	1.849
188	-1.63	1.893	1.751	210	-0.81	2.123	1.741
189	-0.05	2.041	1.759	211	-0.63	2.123	1.907
190	0.28	2.190	1.821	212	0.16	1.934	1.801
191	0.22	2.133	1.837	213	-0.75	2.252	1.927
192	0.47	2.252	1.799	214	-0.60	2.175	1.91
193	0.54	2.252	1.825	215	-1.56	2.252	1.882
194	1.20	2.252	1.875	216	-1.30	2.252	1.941
195	-0.52	2.175	1.801	217	-1.07	2.175	1.799
196	0.06	2.175	1.854	218	-0.88	1.964	1.714
197	0.54	2.252	1.870	219	-1.47	2.190	1.919
198	0.14	2.252	1.814	220	-4.12	2.041	1.794
199	0.02	2.252	1.890	221	-0.35	2.133	1.778
200	-0.32	2.175	1.763	222	-1.30	2.056	1.781
201	0.1	2.252	1.782	223	0.01	2.252	1.870
202	-0.23	2.175	1.801	224	0.10	2.190	1.902

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
225	-0.5	2.190	1.904	234	-2.63	1.857	1.765
226	-0.94	2.190	1.880	235	-1.25	2.133	1.843
227	-1.49	2.133	1.791	236	-0.54	2.133	1.825
228	-2.79	2.041	1.929	237	-0.16	2.133	1.800
229	-0.90	2.133	1.856	238	0.15	2.252	1.825
230	-1.55	1.934	1.757	239	-0.66	1.910	1.663
231	-1.20	2.175	1.835	240	-0.68	2.133	1.725
232	-1.70	2.964	1.810	241	-0.34	2.252	1.930
233	-0.71	2.123	1.759				

ตาราง 24 แสดงค่าความสามารถจาก 3 วิธีคำนวณ ของแบบทดสอบฉบับที่ 4

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
1	-0.64	2.880	2.506	23	0.31	2.875	2.381
2	0.09	2.880	2.474	24	0.77	2.880	2.412
3	-0.31	2.805	2.367	25	0.16	2.784	2.321
4	-0.04	2.875	2.440	26	-0.10	2.964	2.377
5	-1.58	2.837	2.647	27	0.25	2.964	2.317
6	0.03	2.880	2.412	28	1.76	2.964	2.456
7	0.44	2.964	2.331	29	-0.17	2.880	2.340
8	-0.04	2.880	2.440	30	0.44	2.964	2.439
9	-0.08	2.880	2.454	31	0.68	2.998	2.576
10	-0.10	2.837	2.475	32	0.37	2.964	2.411
11	0.25	2.796	2.307	33	1.06	2.880	2.477
12	-0.03	2.880	2.298	34	0.88	2.880	2.391
13	-0.39	2.964	2.297	35	-0.12	2.880	2.270
14	0.15	2.880	2.430	36	1.00	2.880	2.441
15	0.44	2.880	2.457	37	1.10	2.880	2.381
16	1.41	2.998	2.433	38	0.37	2.880	2.455
17	0.45	2.998	2.513	39	0.92	2.880	2.403
18	0.20	2.998	2.532	40	0.36	2.875	2.488
19	0.38	2.964	2.472	41	0.93	2.880	2.371
20	-0.09	2.875	2.565	42	0.80	2.875	2.381
21	-0.03	2.805	2.268	43	0.79	2.880	2.399
22	0.1	2.998	2.383	44	0.68	2.875	2.365

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
45	0.46	2.805	2.268	68	0.82	2.964	2.448
46	0.05	2.880	2.354	69	0.45	2.875	2.396
47	0.6	2.880	2.385	70	0.07	2.964	2.357
48	1.26	2.964	2.450	71	-0.10	2.880	2.553
49	0.96	2.880	2.449	72	-0.0	2.998	2.555
50	0.02	2.880	2.395	73	-0.48	2.880	2.323
51	0.75	2.880	2.314	74	-1.28	2.880	2.489
52	1.35	2.880	2.410	75	0.16	2.964	2.483
53	2.51	2.998	2.465	76	0.03	2.880	2.472
54	0.75	2.252	2.084	77	0.27	0.964	2.526
55	1.42	2.880	2.430	78	0.34	2.749	2.318
56	0.61	2.998	2.444	79	-0.08	2.749	2.406
57	0.66	2.998	2.372	80	0.31	2.964	2.415
58	0.46	2.880	2.401	81	0.28	2.964	2.521
59	0.18	2.880	2.398	82	0.22	2.880	2.357
60	0.43	2.875	2.360	83	0.57	2.837	2.346
61	-0.12	2.880	2.378	84	-0.08	2.299	2.124
62	-0.18	2.880	2.453	85	-0.14	2.880	2.534
63	0.04	2.805	2.292	86	-3.68	2.880	2.553
64	0.48	2.880	2.382	87	-0.54	2.998	2.473
65	0.06	2.880	2.456	88	2.38	2.998	2.461
66	-0.16	2.696	2.227	89	1.82	2.998	2.462
67	-0.55	2.998	2.395	90	2.22	2.998	2.478

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	นักเรียน	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
91	1.95	2.998	2.391	98	-0.94	2.875	2.364
92	1.96	2.88	2.601	99	1.03	2.964	2.310
93	0.73	2.749	2.280	100	-1.39	2.964	2.529
94	0.65	2.964	2.564	101	0.44	2.998	2.518
95	-0.46	2.998	2.443	102	1.08	2.964	2.541
96	0.2	2.805	2.394	103	-0.38	2.88	2.562
97	-0.06	2.88	2.296				