

การร่างแบบทดสอบวินิจฉัยขอบเขตองค์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง
และสภาพสมดุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในจังหวัดนครนายกและปราจีนบุรี

บทคัดย่อ

ของ

เจื้ออ จานทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปราสาณมิตร
เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

2527 เมษายน

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่องมวล แรง และสภาพสมมูล ให้มีคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนที่สังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานการศึกษาเอกชน ในจังหวัดนครนายกและจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 650 คน แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีเจ็ดฉบับคือ มวลและแรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำมุมต่อกัน สมดุลของการเลื่อนที่และแรงเสียดทาน จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุ โมเมนต์ สมดุลของการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ แรงเสียดทาน และสภาพสมมูล เพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน

สำหรับการสร้างแบบทดสอบมีวิธีการดำเนินการสร้างดังนี้ คือ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจชนิดให้เติมคำตอบและแสดงวิธีทำ โดยข้อสอบนั้นเขียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบชนิดทำตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนตอบผิดเป็นส่วนมากในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวลอง แล้วนำไปทดสอบสองครั้ง คือทดสอบครั้งที่หนึ่งเพื่อคัดเลือกรายข้อสอบ และทดสอบครั้งที่สองเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ และได้จัดทำคู่มือดำเนินการสอบไว้ด้วย

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ .50 - .84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .61 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับมีค่าเรียงลำดับดังนี้ .63, .68, .60, .67, .76, .60, และ .66 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับมีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 6 6 14 7 6 9 และ 4 สำหรับค่าความเที่ยงตรงภายในเนื้อหาหาโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาพิจารณา ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับวัดเรื่อง มวล แรง และสภาพสมมูลได้จริงซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามก็ ครูหรือผู้ดำเนินการสอบที่ต้องการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับนี้ ควรดำเนินการตามคู่มือการสอบอย่างเคร่งครัด

A CONSTRUCTION OF A DIAGNOSTIC TEST IN MASS FORCE AND EQUILIBRIUM
FOR MATTAYOM SUKSA IV STUDENTS IN NAKHON NAYOK
AND PRACHIN BURI PROVINCES

AN ABSTRACT

BY

UEA JANTONG

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
April 1984

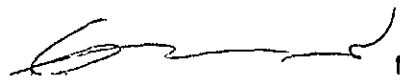
The purpose of this study was to conduct a qualitative diagnostic test in mass and equilibrium state. The subjects were 650 Mattayom Suksa IV students of public and private schools in Nakhon Nayok and Prachin Buri provinces in the academic year 1983. Seven subtests were : mass and force, resultant force, translational equilibrium, centre of mass and gravity, moment rotational equilibrium and couple moment, friction and equilibrium state. These subtests were used to determine the cause of students' weakness in these content areas.

The test construction written from the behavior objectives was begun with the survey tests in the forms of written method and completion. The survey tests were examined in order to identify errors and to collect wrong answers. And most students' wrong answers were made distractors into a five multiple-choice diagnostic test. The tests were tried out twice to select items and to find out the quality. Each subtest has direction manual.

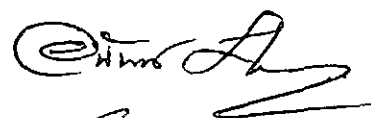
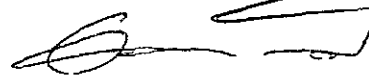
The results indicated that the difficulty index of each item ranged from .50 to .84 and the discrimination index ranged from .11 to .61. The reliability of seven subtests were .63 .68 .60 .67 .76 .60 .66 and the criterion of each test were 6, 6, 14, 7, 6, 9 and 4 respectively. The content validity of all tests judged by the content specialists was relevant. The results of these seven subtests, mass force and equilibrium state, were satisfactory; however the teacher or the examiner who needs to use this diagnostic test should follow up the direction manual respectively.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา


ประธาน

กรรมการ
๗

คณะกรรมการสอบ


ประธาน

กรรมการ
บิอร ๙๐๖
กรรมการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สถาบันส่งเสริมการสอบวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี ซึ่งมอบให้แก่ฉันใช้ในการทำวิจัยผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้างในพระคุณอย่างยิ่ง

ผู้
เจื้อจวนทอง

ประกาศนุญการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือ และแนะนำอย่างดียิ่ง
จากรองศาสตราจารย์ ดร.อภัย ศรีโสภะ รองศาสตราจารย์ อังคนา สามียศ
รองศาสตราจารย์ มังกร ภูวภิรมย์ขวัญ ดร.อภัย จันทร์ทวี อาจารย์ ประมวล
ศิริวัฒน์แก้ว ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และคณาจารย์โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ได้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์อุบล สุวรรณโชติช่วง กุศลวิมล กุลหิรัญยัณตี คุณแสงศิริ
ศิริมงคล คุณภูมิยศ ศรีอุบล คุณทองดา จันเพ็ชร คุณเกรียงยศ สืบแสงอินทร์
คุณปัญญา สุชะวนิชย์ คุณเจริญ สุชะวนิชย์ คุณสุรชัย ยุทธเสรี คุณสุรพล อินทิม
และคุณพัชรี จามทอง ที่เป็นผู้ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ
การวิเคราะห์ข้อมูลในการหาปริญญานิพนธ์ตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ ๆ ครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การ
อบรมสั่งสอนและให้ความสนับสนุนในการศึกษาเล่าเรียนของผู้วิจัยตลอดมา

เฉล งามทอง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
/ ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	3
/ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
/ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
/ นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย	8
* เทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	15
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย	19
ผลงานวิจัยในประเทศไทย	19
ผลงานวิจัยของต่างประเทศ	23
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	25
/ กลุ่มตัวอย่าง	25
/ วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	29*
/ วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	42 ¹
/ วิธีจัดการหาค่ากับข้อมูล	42
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	44
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
การทดสอบครั้งที่ 1	45
คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	45
ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ	47
การทดสอบครั้งที่ 2	52
คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	52
ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ	55
ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัย	59
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	60
ค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัย	61
ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัย	67
วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียน เลือกตอบผิดในแบบทดสอบ วินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	71
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	90
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	90
กลุ่มตัวอย่าง	90
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	90
วิธีดำเนินการ เก็บรวบรวมข้อมูล	91
การวิเคราะห์ข้อมูล	92
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
อภิปรายผล	95
ข้อเสนอแนะ	99
บรรณานุกรม	101
ภาคผนวก	106

บัญชีการวาง

การวาง		หน้า
1	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน จังหวัด จำนวนนักเรียน	26
2	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียนและครั้งที่ใช้สอบ	28
3	คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1	45
4	ค่าความยากของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบ วินิจฉัยจากการทดสอบครั้งที่ 1	47
5	คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2	53
6	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบของแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2	56
7	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2	59
8	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบ ครั้งที่ 2	60
9	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งเจ็ดฉบับ	62
10	แสดงค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ	68
11	วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียน เลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัยผิด	71

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 ลำดับชั้นในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

29

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษามานานแล้ว โดยได้จัดให้มีการศึกษาในวิชาสาขาต่าง ๆ หลายสาขา และหลายระดับ อันจะมุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการนำความรู้ไปช่วยพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ เป็นพลเมืองดีของประเทศ และอยู่ในสังคมโดยมีความสงบสุข ในบรรดาวิชาต่าง ๆ เหล่านี้ "วิทยาศาสตร์" นับเป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญ (พิทักษ์ รักษาเกศ 2514 : 27-28) แต่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้ผู้ได้รับการศึกษามุ่งหมายที่วางไว้ จุดมุ่งหมายดังกล่าว ดร.อนันต์ จันทะกรีย์ ได้สรุปไว้ดังนี้ (อนันต์ จันทะกรีย์ 2523 : 5)

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

ในบรรดาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่จัดเป็นหัวใจ หรือรากฐานของวิชาอื่น ๆ เพราะฟิสิกส์เรียนรู้อันถึงความจริงขั้นพื้นฐานของสสาร และพลังงาน ซึ่งจะต้องนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา การเกษตร วิศวกรรมศาสตร์ วัสดุศาสตร์ ฯลฯ (พรชัย พชรินทร์ตะกุล 2525 : 555)

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประถมศึกษา เนื้อหาของวิชาจะเป็นลักษณะผสมผสานกันระหว่าง ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา เมื่อถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาวิทยาศาสตร์ก็แยกออกเป็นสาขาต่าง ๆ คือ เคมี ชีว และฟิสิกส์ โดยเริ่มต้นเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ซึ่งจัดว่าเป็นเรื่องใหม่ของนักเรียน ดังนั้นการเรียนการสอนของครูมักมีปัญหาอยู่เสมอว่านักเรียนไม่เข้าใจ

และวอไม่ผ่าน จุก่อนอย่างหนึ่งที่พบเกี่ยวกับการปรับปรุงด้านการวัดและการประเมินผล การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เท่าที่เป็นอยู่ขณะนี้ เป็นเพราะการขาดแคลนเครื่องมือที่ เชื่อถือได้ (กรมวิชาการ 2525: ก)

ดร.ชวาล แพรัตกุล ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (ชวาล แพรัตกุล 2514 : 43) นิยมแยกข้อสอบออกเป็น 4 ฉบับ โดยฉบับแรกวัด งานเนื้อหา ฉบับที่ 2 วัดด้านความเข้าใจ กฎเกณฑ์ และหลักการ ฉบับที่ 3 วัดใน ด้านความเข้าใจในวิธีการทดลอง และฉบับที่ 4 วัดในด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ วิธีเรสองแบบใหม่ที่นิยมแยกข้อสอบของแต่ละวิชาออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ โดย มีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ความสามารถเฉพาะเจาะจงลงไปให้สอดคล้องกับการ เสนอ การสอนที่เน้นสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้

การสอบเพื่อวินิจฉัยเป็นการสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบวินิจฉัย แบบทดสอบชนิดนี้จะวินิจฉัยบุคคลให้ละเอียดกว่า และมี ประโยชน์ต่อการค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนการสอนเสริมได้มากที่สุด ดังที่ ลินด์ควิสต์ (Lindquist , 1963 : 37) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนได้มากกว่า
2. ช่วยให้ผู้สอนทราบถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชา ลำดับขั้น ของกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนจุดบกพร่องของกระบวนการเรียนการสอน
3. ประหยัดเวลา แรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่เด็กแต่ละคน ไว้มากขึ้น
4. ช่วยให้นักเรียนทราบจุดบกพร่องของตนเอง และสามารถปรับปรุง การเรียนการสอนได้ตรงจุด

ซึ่งนับว่าแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยมีประโยชน์ที่จะช่วยให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย ของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละวิชา และทำให้ครูผู้สอน สามารถสอนเสริมให้แก่ นักเรียนแต่ละคนได้อย่างถูกต้อง โดยทั่วไปมักจะสอบเมื่อจบแต่ละหน่วยการเรียน

จะเห็นได้ว่าการวิจัยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพราะจัดเป็นวิชาที่มีความสำคัญ และมีเนื้อหาที่ยากวิชาหนึ่ง ที่มีทั้งทฤษฎีการทดลองและการคำนวณ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียน และสอบตกเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนของนักเรียน การสอบเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา ประกอบกับเครื่องมือที่สร้างเพื่อวิจัยทางฟิสิกส์ยังไม่มี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบเพื่อวิจัยความบกพร่องในการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ความรู้ความเข้าใจเชิงเหตุการณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนได้รู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชานี้เป็นอย่างดี และเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นต่อไป

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้คือ

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบเพื่อวิจัยความบกพร่องในการเรียนเรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานการศึกษาเอกชน ในจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานการศึกษาเอกชนในจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

3. เนื้อหาวิชาที่นำมาหาการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ วิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 (ว. 021) เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

4. ขอบเขตที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบปรนัย เลือกคำตอบตัว เลือกที่สร้างขึ้นเพื่อวัด ความรู้ และทักษะในการคิด

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้

1. ได้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพ สมดุลที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ครูทราบถึงข้อบกพร่องในขบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนในการทดลอง กังสนุมติฐาน การสรุปผล และการแก้โจทย์ของนักเรียน
3. ครูผู้สอนได้แนวแบบทดสอบวินิจฉัยนี้ หาจุกบกพร่องของนักเรียน เมื่อ เรียนจบเรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุลเพื่อที่จะสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด เป็นการแก้ ปัญหาให้กับนักเรียน
4. เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวินิจฉัย หมายถึง การค้นหาจุกบกพร่องและหาสาเหตุที่ทำให้เกิด จุกบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียน
2. แบบทดสอบสำรวจ หมายถึง แบบทดสอบประเภทให้เติมคำตอบสั้น ๆ หรือแสดงวิธีทำ รวมทั้งบอกสาเหตุของการตอบ และการฝึก

3. แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ก่อนเรียน และหาจุดที่บกพร่องในการเรียนเรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล เป็นรายข้อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตร วิทยาลัยอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2524 โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบสำรวจ และสร้าง เป็นแบบทดสอบเลือกตอบห้าตัวเลือก โดยนำผลที่ได้มาจากคำตอบผิดของนักเรียนส่วนใหญ่ ที่ทำแบบทดสอบสำรวจ จึงนำผลของแต่ละตัวสามารถบอกถึงสาเหตุที่บกพร่องในลักษณะต่าง ๆ

4. ความรู้และทักษะในการคิด หมายถึง ระดับความสามารถและความชำนาญ ในการคิดอันเป็นผลจากการที่ได้ศึกษาแล้วเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

4.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เคย เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎข้อและกฎเกณฑ์ ต่าง ๆ

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏ ในรูปใหม่ และการแปรรูปความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และ วิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือแตกต่างออกไป

5. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หมายถึง จุดประสงค์ในการเรียนการสอนที่เขียน ในลักษณะบอกการกระทำของนักเรียนว่าในการเรียนบทเรียนนี้ นักเรียนสามารถทำอะไร ได้บ้างภายใต้สถานการณ์ และ เงื่อนไขที่กำหนดให้ สำหรับในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย บกพร่องในการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุลนี้ ใช้จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม ที่สถาบันส่งเสริมการอาชีวศึกษา และเทคโนโลยีไว้คำอื่น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2524

6. จุดบกพร่อง หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากความไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชา หลักการ กฎข้อ การสรุปผลในการเรียนเรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

7. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำของบุคคลประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ และแต่ละข้อโดยกำหนดขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยจากการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญเป็นครูที่มีประสบการณ์ ในการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวน 3 ท่าน โดยพิจารณาจากเกณฑ์ขั้นต่ำจากจุดประสงค์ในการสอน และความสามารถของนักเรียน

8. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพด้านความยาก ถ้าความยากมากเกินไป ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงดังนี้

8.1 ค่าความยากของข้อสอบ หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งได้จากสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูก หาโดยสูตรคำนวณอย่างง่าย (อมพันธ์ ศรีโสภา 2524 : 150) และจะเอาค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

8.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ผลต่างของสัดส่วนระหว่างนักเรียนในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกกับนักเรียนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ตอบถูกในแต่ละข้อ หาโดยสูตรของ เบรนนัน (Brennan) เรียกว่าค่าอำนาจจำแนกมี (Brennan • 1972 : 289 - 303) และจะเอาค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไป

8.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการวัดของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาโดยวิธีสุ่ม ประเด็นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของไวเนอร์ (Levett . 1978 239 - 251 อ้างอิงจาก Winer . 1971)

8.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง (อมพันธ์ ศรีโสภา 2523 : 43) หาโดยการสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ สสวท. และให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบ และครอบคลุมเนื้อหาหรือใบ้

๑. ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาหมายถึง ครูผู้มีความรู้ประสบการณ์ทางการสอน
แ่ การวัดผลวิชาฟิสิกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี
จำนวน 8 คน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็นงานดังนี้

1. ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
2. เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.1 ผลงานวิจัยในประเทศ
 - 3.2 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

1. ความหมายและลักษณะของ ข้อสอบวินิจฉัย

ได้มีผู้ให้ความหมาย และลักษณะของข้อสอบวินิจฉัยไว้คล้ายคลึงกันทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งได้รวบรวมไว้ดังนี้

แอนคินสัน (Atkinson , 1961 : 472) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ค้นหาความยากหรือความไม่เข้าใจในการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทักษะการอ่าน และเลขคณิต ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามว่าอะไรผิด ? ผิดอย่างไร ?

อีเบล (Ebel. 1965. : 449) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดอ่อน หรือข้อบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น การอ่าน และเลขคณิต แบบทดสอบวินิจฉัยจะสนใจคะแนนแต่ละข้อ หรือสนใจคะแนนของกลุ่มเล็ก ๆ ที่ข้อสอบแต่ละข้อคล้าย ๆ กัน

ชวาล แพทย์กุล (ชวาล แพทย์กุล 2508 : 317) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องในการเรียนเป็นแบบทดสอบเพื่อแก้ไข และส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็ก ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คาร์เมล (Karmal. 1966 : 107) ให้ความหมายของแบบทดสอบ
วินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่สามารถชี้ถึงจุดที่เด็กอ่อน หรือมีความสามารถน้อย
และเป็นแบบทดสอบที่สามารถบอกแก่นักเรียนอ่อนที่จุดใดได้ด้วย

ทรอนไคค์ และเฮเกน (วิชัย นิยมเข้ม 2524 อ้างจาก Thronldike
and Hagen. 1969 : 646) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็น แบบทดสอบ
ที่รวบรวมปัญหา และสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ใน
แบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด และเป็นการ
ช่วยปรับปรุงความรอบรู้ (Mastery) ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

๑๖๖ บราวน์ (Brown. 1970 : 255) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า
เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะ
หาการสอนซ่อมเสริม และให้การแนะแนวซึ่งจะทำให้สามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือ
จุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 404) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัย
ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อแยกแยะความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลว่า
เก่งหรืออ่อน และบอกถึงสาเหตุของความอ่อนนั้นด้วย

อนันต์ ศรีโสภ (อนันต์ ศรีโสภ 2515 : 5) กล่าวว่าแบบทดสอบ
วินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่อง และปัญหา
ต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน แบบทดสอบวินิจฉัยจะมีจำนวนข้อสอบมากข้อใน
แต่ละเนื้อหาวิชาที่เราต้องการทดสอบ

✓ สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 201) ได้ให้ความหมายของแบบ
ทดสอบวินิจฉัยว่าเป็น แบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อ
ช่วยเหลือนักเรียน เช่น การจัดสอนซ่อมเสริม (Remedial) ซึ่ง แบบทดสอบประเภท
นี้จะต้องสุ่มเนื้อหาให้ละเอียดมาก และแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
ปีความจำเป็นอย่างมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

อาห์แมนและคล็อค (Ahmann and Clock. 1975 : 18) กล่าวว่า
แบบทดสอบวินิจฉัย คือ แบบทดสอบที่ใช้หลังจากการเรียนการสอนแล้ว เพื่อให้ทราบ
ถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2520 : 10) ให้ความหมาย
ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อกำหนดให้เห็นถึงจุดบกพร่อง จุดที่
เฝ้าค้นหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน

สวกศักดิ์ สันธุระเวช (สวกศักดิ์ สันธุระเวช 2522 : 1) ได้ให้
ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่อง
ในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะนำไปสู่การแก้ไขข้อ
บกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้นได้

สำหรับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยนั้น สิงห์ (Singha. 1974 :
200 - 205) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. มีวณาคำถามมากข้อและครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียน

(Learning Point)

2. จะต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหา
3. มีระดับความยากต่ำ
4. ไม่จำกัดเวลาสอบ
5. ในแบบทดสอบย่อยจะประกอบด้วยข้อสอบที่วัดในลักษณะเดียวกัน
6. ไม่มีการตั้งเกณฑ์ปรกติ เพราะแบบทดสอบชนิดนี้ต้องการค้นหา

จุดอ่อนของนักเรียนมากกว่าใช้ผลเพื่อเปรียบเทียบ

บลูม (Bloom. 1971 : 91 - 92) ได้กล่าวถึงลักษณะของ 8 แบบทดสอบ
วินิจฉัยไว้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน
เพื่อหากระดัดการเรียนรู้ ใช้เพื่อคัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียน
คนใดต้องสอบซ้ำ

2. ใช้ทดลองระหว่างการเรียนเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีสอนแบบปกติพอสมควรแล้ว
3. ใช้ประเมินได้ทั้งพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Domain) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) และด้านปฏิบัติ (Psychomotor Domain)
4. มีทั้งแบบทดสอบวินิจฉัยมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง
5. มีจำนวนข้อมาก และแต่ละข้อมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป
6. การประเมินของคะแนนจากแบบทดลองอาจใช้ได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม
7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนแสดงเส้นภาพ (Profile) ของแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

อาห์แมนน์ และคล็อค (Ahmann and Clock. 1967 : 364 - 365)
ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

- ✓ 1. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ
2. เกณฑ์ปกติไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย
3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป
4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

อดัมส์ และเทอร์เจอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 : 472)
ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ (Subtests) เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

2. แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีค่าพอเชื่อมั่น

3. ปกติแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ดังนั้นข้อสอบจึงมักมีจำนวนข้อมาก ๆ และเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความหมายกับแบบทดสอบวินิจฉัย เพราะว่าจุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ เพื่อค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถจะทำได้ และเกิดจากสาเหตุใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เมห์ เรนส์ และเลห์มานน์ (Mehren and Lehmann , 1973 : 462 - 464) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. การสอบวินิจฉัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียว แต่จะพิจารณารายละเอียดต่าง ๆ จากผลงานของนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยจะมีคะแนนปกติวิสัย (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่าโดยทั่วไปแล้วนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม ไม่มีปกติวิสัย (Norm) ในกรณีที่เรากล่าวปกติวิสัย (Norm) ได้จากข้อสอบมาตรฐานอื่น ๆ ซึ่งเป็นปกติวิสัยแห่งชาติ (National Norm)

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นข้อสอบมาตรฐานในกรณีที่เครื่องมือนั้นถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและการให้คะแนนเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจใช้ปกติวิสัยเปอร์เซ็นต์ไทล์ หรือปกติวิสัยการเทียบเกรด (Grade Equivalent Norm) ก็ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจฉัย จะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียน ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอน การตรวจ และการตีความหมาย

6. แบบทดสอบวินิจัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น ๆ เพราะนอกจากจะต้องการาคอบจากนักเรียนแล้วยังจะต้องทำให้สามารถรู้ว่ำนักเรียนมีทักษะรื่องในด้านใด

กรอนสันต์ (Gronlund. 1976 : 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. ปิดความบกพร่องในการเรียน เป็นข้อบ่งชี้ในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างเรียน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
6. นำผลมาใช้พิจารณาจัดสอนซ่อมเสริม

เพย์ (Payne. 1968 : 167) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจัยควรมีลักษณะดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์ของการสอน
2. ประกอบด้วยข้อสอบซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ
3. ชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องว่าควรแก้ ณ จุดใด
4. ครอบคลุมลำดับขั้นการเรียนในเรื่องนั้น

อนันต์ ศรีโสภ (อนันต์ ศรีโสภ 2515 : 5) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากข้อใดในแต่ละเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบ การทดสอบมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน จึงพิจารณาแต่เฉพาะคำตอบของข้อสอบ ส่วนคะแนนรวมในวิชามีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวินิจัยจึงไม่สนใจคะแนนรวม

ชาวล แพร์ตกุล (ชาวล แพร์ตกุล 2514 : 5 - 6) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบวินิจฉัยนิยมที่จะแยกข้อสอบแต่ละวิชาออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนเป็นขั้น ๆ ไป เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาและเหตุการณ์ที่สำคัญตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร คุณสมบัติของแบบทดสอบย่อย ๆ ก็คือ สามารถช่วยให้ครูสอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายลักษณะได้ว่า มีลักษณะเด่น ค้อยในด้านใดบ้าง จะช่วยแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2523 : 10 - 11) ได้อธิบายถึงลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัยได้สอดคล้องกันคือ

1. จะมุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ ไป หรือเป็นด้าน ๆ ไป ถ้าต้องการทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็น ชุดทดสอบย่อย (Subtest) วัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น
2. มีคะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของห้องหรือคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่มีประโยชน์นัก
3. จะมีข้อสอบหลาย ๆ ข้อวัดมโนภาพหรือทักษะเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มโอกาส ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการหาผิดพลาดให้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ
4. มักจะเป็นแบบเร่งรัดเวลาในการทำ (Power Test) โดยจะเริ่มจากข้อที่ง่าย ๆ แล้วค่อย ๆ เพิ่มความยากนั้น และโดยส่วนรวม แล้วจะมีแนวโน้มที่ค่อนข้างง่ายกว่าแบบทดสอบที่มุ่งสำรวจ (Servey Test)
5. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยนี้ จะสร้างจากรากฐาน การวิเคราะห์ ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบวินิจฉัย จะอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบ ภายใต้อสภาพเดียวกัน และการให้คะแนนที่มีความเป็นปรนัย

วีเชียร เกตุสิงห์ (วีเชียร เกตุสิงห์ 2517 : 27) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องหรือหาจุดอ่อนในการเรียนของแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะป้อนเนื้อหาต่าง ๆ ที่วางการวินิจฉัยไว้ แต่จะเรื่องจะมีข้อถามมาก ๆ ข้อ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนแล้วจะได้คำตอบสลับไปมาเรื่องใดผิดมาก แสดงว่าเด็กมีจุดอ่อนหรือเรียนอ่อนในเรื่องนั้น

อำนาจ เลิศพันธ์ (อำนาจ เลิศพันธ์ : น.ป.ป. 249) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่เป็นการสอบเกี่ยวกับความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพียงหนึ่งอย่างเท่านั้น คำถามจะถามเป็นลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกัน และถามอย่างละเอียด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบว่านักเรียนที่เรียนเรื่องนี้ไม่รู้เรื่องนั้น ไม่รู้เรื่องตรงไหนอย่างไร

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยมีดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยแบ่งข้อสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ในแต่ละแบบทดสอบย่อยประกอบด้วยข้อสอบหลายข้อซึ่งวัดทักษะเดียวกันเพื่อหาเด็กได้อย่างชัดเจน
3. ข้อสอบแต่ละข้อได้จากการวิเคราะห์และรวบรวมคำตอบที่นักเรียนตอบที่เป็นปัญหา และมีจำนวนมาก เพื่อค้นหาจุดบกพร่อง
4. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
5. การตรวจให้คะแนนแยกเป็นด้าน ๆ เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง
6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ

2. เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

สำหรับเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยนั้น มีผู้กล่าวไว้หลายคน

ที่จำเป็นเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างมีดังนี้

ลินด์ควิสต์ (Lindquist.1966 : 37 - 38) ได้กล่าวไว้ว่าในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยให้มีคุณภาพที่สุดดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยต้องมีความสัมพันธ์กับหลักสูตร และมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่ต้องการ ทดสอบ
2. คำถามในแบบทดสอบต้องสร้างให้สามารถวัดตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด
3. ทำการวิเคราะห์ข้อสอบอย่างละเอียด โดยอาศัยการทดลองและอุปสรรค หรือความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบจะต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่างเพียงพอ และต้องใช้คนหาจุดบกพร่องของนักเรียนได้
5. แบบทดสอบจะต้องเสนอจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบทางการเรียน ที่จะทำการวัดได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบจะต้องครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
7. แบบทดสอบต้องสามารถทดสอบความบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้ และสามารถสืบหาความบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการสอบได้
8. ความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคน จะให้ทราบได้จากคำตอบที่แบบทดสอบทางการวัด

นอลล์ (Noll.1957 : 430) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์กฎ หลักเกณฑ์ ความรู้ หรือทักษะที่ต้องการทดสอบอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบตามกฎ หรือหลักเกณฑ์ทุก ๆ อย่างให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ

3. แยกแบบทดสอบไว้เป็นพวก ๆ เพื่อทำให้ง่ายขึ้น เวลาวิเคราะห์คำตอบและ วินิจฉัยต่อไป

ทรอนไดค์ และเฮเกน (Tarondike and Hagen . 1969 : 269 - 271) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ 2 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะ หรือ องค์ประกอบย่อย ๆ

2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

บราวน์ (Brown. 1970 : 303) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน

2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยหลายฉบับ และสร้างให้แบบทดสอบย่อย หลายฉบับสามารถวัดองค์ประกอบเดียว

3. แบบทดสอบย่อยทุกฉบับต้องวัดทักษะย่อยที่ต้องการวัดได้อย่างจริงๆ เพราะถ้าแบบทดสอบย่อยนั้น ไม่สามารถวัดทักษะย่อยนั้นจริงแล้ว จะไม่สามารถ พิจารณาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ถูกต้อง ตรงกับความเป็นจริง

4. คะแนนจากแบบทดสอบย่อย จะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

กรอปเปอร์ (Gropper. 1974 : 145) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้าง แบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วางแผนสำหรับการสร้างแบบทดสอบ

2. เขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. หาสาเหตุที่เด็กไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ

สิงห์ (Singha, 1974 : 201 - 202) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ว่ามีวิธีการคล้ายกับ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไปดังนี้คือ

1. วางแผนในการสร้าง
2. เขียนข้อสอบ
3. รวบรวมแบบทดสอบ
4. เขียนคู่มือการใช้
5. เตรียมเฉลยและให้คะแนน
6. ตรวจสอบแบบทดสอบ

สาเริง บุญเรืองรัตน์ (สาเริง บุญเรืองรัตน์ 2517 : 25) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่า ผู้สร้างจะต้องวินิจฉัยให้ทราบก่อนว่า เรื่องนั้น ๆ มีเนื้อหาย่อยอย่างไร และจะต้องใช้ความสามารถด้านใดบ้าง แล้วสร้างคำถามแต่ละชนิดตามสัดส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ๆ

ผู้เชี่ยวชาญของยูเนสโก (UNESCO) ได้ร่วมมือกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้ (UNESCO . 1978 : 4)

1. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจำนวนข้อคำถามลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. ค้นหาสิ่งที่ขาดไปในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
4. ทบทวนคำถาม
5. ทดลองแบบทดสอบ
6. พิจารณายอมรับหรือไม่ยอมรับคำถามแต่ละข้อ
7. ตรวจสอบการพิมพ์
8. พิมพ์รูปเล่ม

ฉบับที่ สิบสองฯ (ฉบับที่ สิบสองฯ 2522 : 1 - 2) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. แยกแยะหรือวิเคราะห์ลักษณะใหญ่ออกเป็นลักษณะย่อย เป็นคนว่าทักษะในการอ่านอาจแยกเป็นความเข้าใจในการอ่านศัพท์ การแยกคำออกเป็นพยางค์ การแยกแยะเสียงต่าง ๆ การอ่านคำตามกล่าเป็นต้น
2. สร้างคำถามหรือข้อความแต่ละลักษณะย่อย ๆ เหล่านั้น ซึ่งไม่จำเป็นต้องยากนัก แต่ควรมีจำนวนมาก ๆ ขอ

3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

3.1 ผลงานวิจัยในประเทศ

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยในประเทศไทยกำลังเป็นที่สนใจของผู้ที่อยู่ในวงการศึกษามาก สำหรับวิชาฟิสิกส์นั้น ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดสร้างขึ้น มีแต่การสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนดังที่

ในปี 2523 สุขุม มูลเมือง (สุขุม มูลเมือง 2523 : 16 - 65) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยขอบกรอบในการเรียนทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครพนม แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีสี่ฉบับ คือแบบทดสอบพื้นฐาน ความเข้าใจทศนิยม การบวก และการลบทศนิยม การคูณ และการหารทศนิยม และโจทย์ปัญหาทศนิยม มีวิธีดำเนินการสร้างพอสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. เขียนข้อสอบเป็นแบบตอบอิสระ เพื่อหาตัว่วงที่มีประสิทธิภาพ จำนวนข้อที่ใช้ยึดตามตารางหลักสูตร

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปสอบเพื่อรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียนมาดัดแปลงเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 คำเลือก แล้วนำแบบทดสอบ

เลือกตอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบอีกสามครั้ง เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของข้อสอบ ในการทดสอบครั้งที่สามเพื่อหาคุณภาพ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 802 คน

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากของข้อสอบรายข้อ ตั้งแต่ .50 - .93 ซึ่งกานวนข้อาง่าย และมีค่าความจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ .02 - .64 ซึ่งคำนวณโดยใช้เทคนิค 27 % ส่วนค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้ง 4 ฉบับ คำนวนโดยใช้สูตร กูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ ลิฟวิงสตัน ได้ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .9163 - .9683 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ ำให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่า แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ วัดเรื่องทศนิยมจริง และความเที่ยงตรงตามสภาพับคำนวนโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น กับคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับทักษะ ข.

ปรากฏว่าค่าตั้งแต่ .3268 - .5242 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และในปีเดียวกันนี้ อุไรวรรณ ทศนบุตร (อุไรวรรณ ทศนบุตร 2523 : 14 - 102) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเขียนเรื่อง เศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับเศษส่วน การบวกเศษส่วน การลบเศษส่วน การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาเศษส่วน ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์เนื้อหา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

3. เขียนแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำ ตอบสั้น ๆ โดยยึดตามจุดมุ่งหมายตามพฤติกรรม

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปสอบเพื่อหาค่าตอบผิดของนักเรียน แล้วนำ
มาสร้างเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก

5. นำแบบทดสอบเลือกตอบไปทดสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบอีก 2 ครั้ง และ
ทดสอบครั้งสุดท้ายกับกลุ่มตัวอย่าง 990 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบของแบบทดสอบ
วินิฉัย

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบนี้มีความง่ายของข้อสอบรายข้อ ตั้งแต่ .50
.50 - .95 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
ตั้งแต่ .00 - .89 ซึ่งคำนวณโดยใช้ (Point - Biserial Correlation)
ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิฉัยทั้งหมดนับ คำนวณโดยใช้สูตรคูเคอร์-
ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
อิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร ลิฟวิงสตัน มีค่าตั้งแต่ .906 - .967 สำหรับค่าความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบที่ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่า แบบ
ทดสอบทั้ง 6 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ไว้วัดเรื่อง เศษส่วนจริง

ต่อมาในปี พ.ศ. 2524 วรรณคดี ขุนหวดนิยานนท์ (วรรณคดี ขุนหวดนิยานนท์
2524 : 21 - 129) ได้สร้างแบบทดสอบวินิฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม. 3) ในเขตท้องที่การศึกษา 4 กรุงเทพมหานคร
แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีทั้งหมดคือ การบวกและการลบโมโนเมียล การบวกและการ
ลบโพลิโนเมียล การคูณโพลิโนเมียล สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และโจทย์สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ วางแผนสร้างแบบ
ทดสอบ ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ วิธีการสร้างแบบทดสอบ และงาน
วิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์เนื้อหาและเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับ
จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และนำแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้ง 6 ฉบับ ไปทดสอบกับ
กลุ่มตัวอย่าง เพื่อสำรวจจุดบกพร่อง และรวบรวมคำตอบผิด

4. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิดสี่ตัวเลือก
โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างสามครั้ง
เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ จำนวน 750 คน

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยชุดนี้มีค่าความยาก
ตั้งแต่ .50 - .97 โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่
.03 - .79 โดยใช้สูตรดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B)
ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ที่คำนวณโดยใช้สูตร คูเคอร์-ริชาร์ดสัน 20
แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นให้ถูกต้องตามแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ
ลิฟวิงสตัน ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .7349 - .9558
สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละฉบับหาโดยนำแบบทดสอบ
ให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ สามารถ
วัดเรื่อ โคลิโนเมียลได้จริง

และในปี 2525 วิรัช นิยมแย้ม (วิรัช นิยมแย้ม 2525 : 25 - 145)
ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยในการเรียนเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก จำนวน 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบความรู้
เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็ม การบวกจำนวนเต็ม การลบจำนวนเต็ม การคูณ
จำนวนเต็ม การหารจำนวนเต็ม คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์ และเลข
ยกกำลัง ซึ่งมีวิธีการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและการสร้าง
2. ศึกษาทฤษฎี วิเคราะห์เนื้อหาและเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และนำข้อบกพร่องมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยชนิดตัวเลือก

5. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบอีกสามครั้งเพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบ ในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่สามใช้กลุ่มตัวอย่าง 370 คน ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป จาความง่ายแก่ตั้งแต่ .01 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสูตรของ สวินมีค่าตั้งแต่ .6187-.7304 สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับสามารถวัดเรื่องระบบจำนวนเต็มได้จริง

3.2 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

สำหรับในต่างประเทศได้มีผู้มีความสนใจในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน และเพื่อศึกษาความพร้อมของนักเรียนดังนี้

ในปี 1975 สภาวิจัยการศึกษาของออสเตรเลีย (ACER, 1975 Unpaged) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนในรัฐวิกตอเรีย (Victoria) แบบที่ 5 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 18 ฉบับ แบ่งออกเป็นสองฟอร์ม คือ A และ B ฉบับ A วัดความรู้และความเข้าใจพื้นฐานของเนื้อหา ฉบับ B วัดระดับที่ลึกลงไปแต่เป็นเนื้อหาเดียวกัน เพื่อใช้ในการสร้างกรอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- | | | |
|-------|-----|--|
| ลำดับ | 1 L | มวลทางเคมี และมวลอะตอม |
| | 2 L | ทฤษฎีโมเลกุลของก๊าซ และพลังงานจลของโมเลกุล |
| | 3 L | แรงระหว่างโมเลกุล และอะตอม |
| | 4 L | เทคนิคการทำให้บริสุทธิ์ และการวิเคราะห์ |
| | 5 L | การวัดมวลที่หาปฏิกิริยากัน |
| | 6 L | ความร้อนในปฏิกิริยาเคมี |

- 7L กรดและเบส
- 8 L ปฏิกริยารีดอกซ์
- 9L ตารางธาตุ

แฉในปี 1967 สภาวิจัยการศึกษาของออสเตรเลีย โดย เอน แอล วิลสัน (Wilson , 1967 : Unpaged) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความพร้อมทางฟิสิกส์ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย ในการประเมินผลความพร้อมของนักเรียนที่จะเริ่มเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งแบบทดสอบต่าง ๆ จะประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ ดังนี้

1. การวัด ตำแหน่ง เวลา การเคลื่อนที่ มี 17 ข้อ
2. สสาร และความร้อน มี 19 ข้อ
3. แสงและเสียง มี 20 ข้อ
4. แรง แรงโน้มถ่วง และพลังงาน มี 17 ข้อ
5. ไฟฟ้า และแม่เหล็ก มี 14 ข้อ

บทที่ 3
วิธีการในการศึกษากันทั่วๆ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษากันทั่วๆนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาสถิติ ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนที่สังกัดกรมสามัญศึกษาและการศึกษาเอกชน ในจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 890 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากันทั่วๆกันนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาสถิติ ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนที่สังกัดกรมสามัญศึกษาและการศึกษาเอกชนในจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 650 คน โดยสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ซึ่งดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 2 ระดับ คือโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง ซึ่งจากการสำรวจโรงเรียนขนาดใหญ่มี 6 โรงเรียน มีนักเรียนห้องที่เรียนวิชาสถิติในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 489 คน โรงเรียนขนาดกลางมี 9 โรงเรียน มีนักเรียนห้องที่เรียนวิชาสถิติในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 11 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 401 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่ 6 ห้องเรียน โดยสุ่มแบบธรรมดา ได้จำนวนนักเรียน 346 คน และสุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 8 ห้องเรียน โดยสุ่มแบบธรรมดา ได้จำนวนนักเรียน 304 คนดังตารางที่ 1

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่างความแตกต่างภาคโรงเรียน จังหวัด จาแนห่งเรียน
จำนวนนักเรียน

โรงเรียน	จังหวัด	อำเภอ	จา นแห่งเรียน	จำนวนนักเรียน
<u>โรงเรียนขนาดใหญ่</u>				
ปราจิณราษฎร์บำรุง	ปราจิณบุรี	เมือง	2	86
ปราจิณกสิณ	ปราจิณบุรี	เมือง	1	47
กนิษฐวิทยา	ปราจิณบุรี	กนิษฐบุรี	1	40
อริยประเทศ	ปราจิณบุรี	อริยประเทศ	1	42
นกรณวิทยากบ	นกรณายก	เมือง	2	86
บ้านนา นกรณวิทยากร	นกรณายก	บ้านนา	1	15
<u>โรงเรียนขนาดกลาง</u>				
ประวัณการณบุรีบำรุง	ปราจิณบุรี	ประวัณการณ	1	42
สระแก้ว	ปราจิณบุรี	สระแก้ว	2	78
ชิกใจวัน	ปราจิณบุรี	บ้านสร้าง	1	22
วิทยะวัณโคกกรงทอง	ปราจิณบุรี	กรีนนาโคก	1	45
นกรณานนทรณ	นกรณายก	เมือง	1	35
ปากนกรณวิทยากร	นกรณายก	ปากนกรณ	1	40
องกรณ	นกรณายก	องกรณ	1	42
รวม			16 แห่ง	650 คน

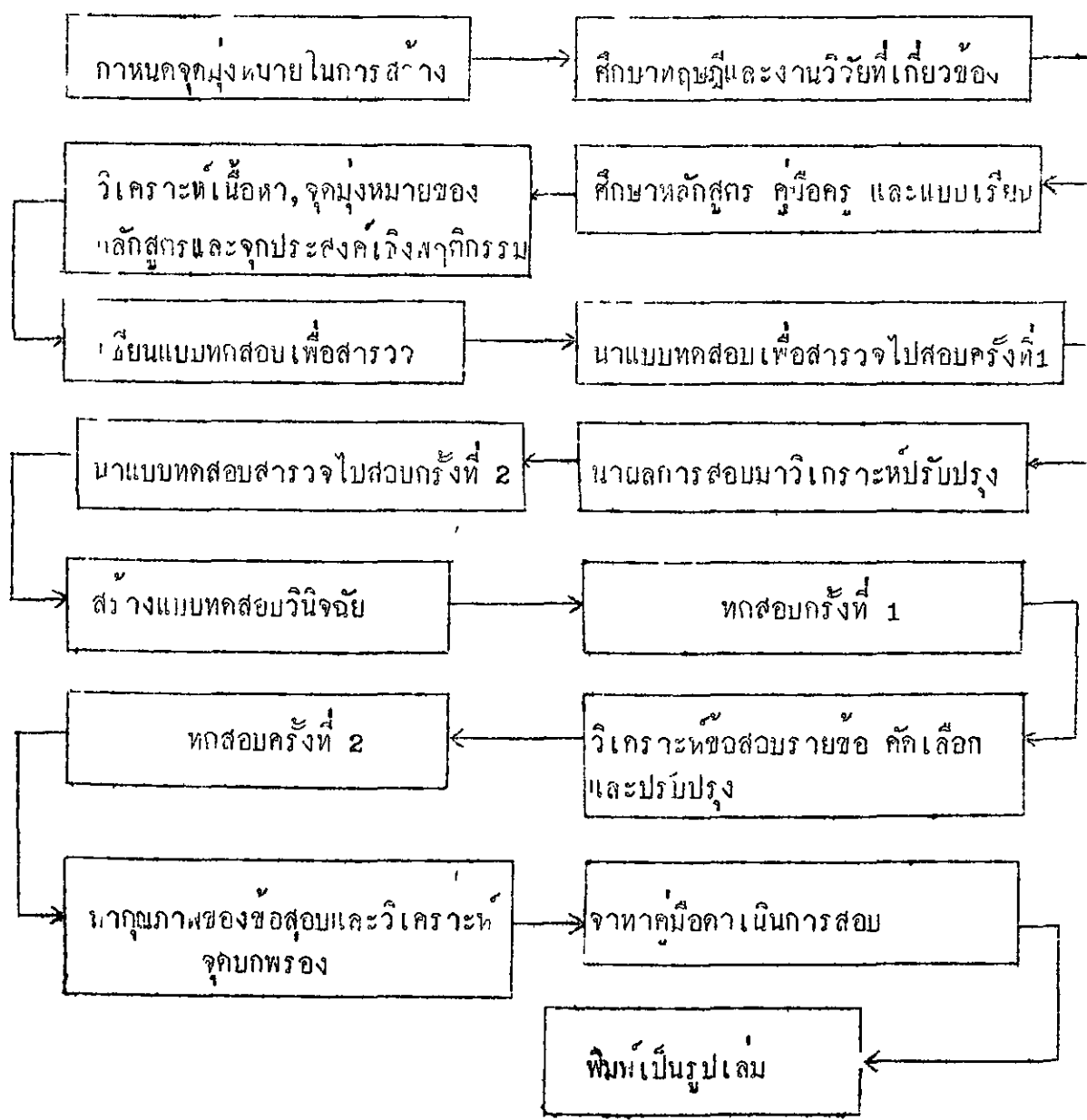
ข้อที่ 3 มาต้องเรียนที่ดูขบขำได้ทั้งหมด 13 ห้องเรียน มาดูเพื่อใช้
 ในการสอนทดลองจริง โดยดูแบบสุ่มธรรมดา (Simple Random Sampling)
 ถึงรวมดู เลี้ยว การางที่ 2

ตาราง 2 กลุ่มตัวอย่างจากเอกสารโรงเรียนและครั้งที่ใช้สอบ

โรงเรียน	จำนวนนักเรียนในการสอบ			
	สอบเพื่อสำรวจ ครั้งที่ 1	สอบเพื่อสำรวจ ครั้งที่ 2	สอบครั้งที่ 1	สอบครั้งที่ 2
ปราจีนราษฎรบำรุง		(1)43		(1)43
ปราจีนกัลยาณี			(1)47	
กบินทร์วิทยา			(1)40	
อรัญประเทศ				(1)42
นครนายกวิทยาคม	(1)43			(1)43
บ้านนา "นายนกวิทยากร"			(1)45	
ปราจีนราษฎรบำรุง เวระแกว		(1)42		(2)78
ชีกใจชัย	(1)22			
มัธยมวิไลใหม่ทรงทอง	(1)45			
นวมราชานุสรณ์				(1)35
ปากพลีวิทยาการ		(1)40		
องกรักษ์			(1)42	
รวม	110	125	174	241

วิธีการในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียน วิชาฟิสิกส์
เรื่อง มวล พลัง และสภาพสมมูล ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามแผนภาพ 1



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

จากภาพที่ 1 เป็นการแปลงลำดับขั้นตอนที่ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง มวล แรง และสภาพสมมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง มวล แรง และสภาพสมมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปสอนนักเรียนเมื่อเรียนจบเรื่องมวล แรง และเมื่อจบเรื่องสภาพสมมูล ว่านักเรียนมีจุดบกพร่องในการเรียนอย่างไร จะได้ประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่องเหล่านั้น ซึ่งเน้นประโยชน์ต่อครูและนักเรียนในการเรียนเรื่องต่อไป

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางที่ผู้วิจัยจะสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนต่อไป

3. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

4. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ ศสวท. ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งนี้ยกแนวจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ ศสวท. เพราะจากกวดล้มมนาศึกษานิเทศก์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนกลางและส่วนเบกการศึกษาทั้ง 12 เขต ในวันที่ 22 - 26 มีนาคม 2525 ที่จังหวัดนครสวรรค์ การมเ็นของศึกษานิเทศก์ 84.6 เปอร์เซนต์มีความเห็นว่าการสอนตามคู่มือครูของ ศสวท. และย้กจุดประสงค์เหล่านั้น แก่นั้หน้าทาถือสร้างเครื่องมือวัดตามจุดประสงค์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2526:123)

5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบ 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เรื่อง มวล แรง แม่เหล็กไฟฟ้า 2 ฉบับถึงปี

ฉบับ 1 มวล แรง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของ มวล แรง แรงลัพธ์ น้ำหนัก แรงโน้มถ่วง แรงปฏิกิริยา แรงเหวี่ยง การลงน้ำหนักของแรง
2. บอกได้ว่ามวลเป็นปริมาณที่แสดงถึงสมบัติของวัตถุที่ต่อต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และมวลมีหน่วยเป็นกิโลกรัม
3. ระบุได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์และมีหน่วยเป็นนิวตัน

ฉบับ 2 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำบนก้อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. หากการทดลองและสรุปได้ว่า แรงเป็นสาเหตุที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่
2. หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงได้ทั้งการสร้างรูป และการคำนวณ

ตอนที่ 2 เรื่องสถานะ กลุ่มแม่ของแม่ 2 ฉบับถึงปี

ฉบับ 1 อธิบายการเคลื่อนที่ของ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของ สถานะ สมดุล สมดุลของการเลื่อนตำแหน่ง สถานะสมดุลสถิต สถานะสมดุลจลน์
2. ทำการทดลองและสรุปได้ว่า สมดุลของการเลื่อนตำแหน่งขึ้นอยู่กับแรงสองแรงกระทำต่อวัตถุ
3. บอกได้ว่าสถานะสมดุลของการเลื่อนตำแหน่งมีสองลักษณะคือ สถานะสมดุลสถิต และสถานะสมดุลจลน์ และบอกความแตกต่างระหว่างทั้งสองลักษณะได้
4. หากการทดลองและสรุปได้ว่า สมดุลของการเลื่อนตำแหน่งของแรงสามแรง

5. เขียนเวกเตอร์แทนแรงสามแรงที่อยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง และบอกได้ว่าสามเวกเตอร์มีทิศทางทั้งสามนั้นมีหัวลูกศรตามกันตลอด

6. หากการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีแรงสี่แรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุสมดุล แรงทั้งสี่ขั้วไม่จำเป็นต้องพบกันที่จุดๆหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน และแรงลัพธ์ของแรงทั้งสี่เป็นศูนย์

7. บอกได้ว่าเมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง แรงลัพธ์ของแรงเหล่านั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

8. บอกได้ว่า เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งภายใต้แรงกระทำหลายแรง เมื่อแยกแรงเหล่านั้นไปอยู่ในแกนที่ตั้งฉากสองแกน แรงลัพธ์ในแต่ละแกนมีค่าเป็นศูนย์

9. นำความรู้ในเรื่องการแยกแรงหนึ่งแรงออกเป็นแรงย่อยสองแรงที่ตั้งฉากกันมาแก้ปัญหาสภาพสมดุลของแรงหลายแรง

ฉบบ 2 จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลาง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. หากการทดลองเพื่อหาแนวเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ และสรุปได้ว่า เมื่อออกแรงกระทำผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่อย่างง่ายโดยไม่มีหมุน

2. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุกันบ้างในแง่ความหมายและวิธีหา

ฉบบที่ 3 โมเมนต์และสมดุลต่อการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของ แรงขนาน โมเมนต์ สมดุลต่อการหมุน แรงคู่ควบ

๒. วัตถุประสงค์จากการทดลองการสั่นของแรงขนานไว้ว่า เมื่อมี
แรงขนานกระทำกับวัตถุไว้ วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลของการหมุน ผลรวมทางคณิตศาสตร์
ของโมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์ ค่ารวมของโมเมนต์ของแรงน้ำหนักมีค่าเท่ากับผลรวม
ของโมเมนต์จากแรงน้ำหนัก

๓. ระบุไว้ว่าหน่วยของโมเมนต์เป็น นิวตัน - เมตร

๔. นำเงื่อนไขของสภาพสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง และสภาพสมดุล
ต่อการหมุนไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมดุลของแรง

๕. อธิบายสภาพสมดุลต่อการหมุนอันเนื่องมาจากแรงที่ควมมากกว่า
หนึ่งคู่กระทำวัตถุ

ฉบับ 4 แรงเสียดทานและสมดุล

จุดประสงค์เชิง กิจกรรม

๑. จากการทดลองเพื่อระบุความหมายของแรงเสียดทาน และบอก
ไว้ว่าแรงเสียดทานมีสองชนิดคือ แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

๒. อธิบายการวางตัวกว้างระหว่างแรงเสียดทานสถิตและ
แรงเสียดทานจลน์

๓. ทำการทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาด
ของแรงที่ใช้ถึงวัตถุ กับขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้น

๔. ทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิตและ
สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์ โดยวิธีใดก็ได้

ฉบับ 5 สภาพสมดุล

จุดประสงค์เชิง กิจกรรม

๑. บอกไว้ว่าวัตถุที่อยู่ในสภาพสมดุลที่สมบูรณ์ จะต้องสมดุลทั้ง
การเลื่อนตำแหน่งและสภาพสมดุลต่อการหมุน

๒. นวัตกรรมของสภาพสมดุลของแรง ไม่อธิบายการหาขนาดของ
เครื่องมือบางอย่าง

ตัวอย่างข้อสอบ

แบบทดสอบตอนที่ 1 เรื่องมวล แรง

ฉบับ 1 เรื่องมวล แรง

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม

อธิบายความหมายของกาหรือข้อความต่อไปนี้ได้ มวล แรง
แรงลัพธ์ น้ำหนัก แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา แรงกฏกิริยา การส่งผ่านของแรง

ตัวอย่างข้อสอบ

พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อความใดถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

- ก. มวล เหนือคือสมบัติของวัตถุ ที่จะต้านทานการ เปลี่ยนแปลง
สถานการณ์ เคลื่อนที่ของวัตถุนั้น
- ข. การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลง
สถานการณ์ เคลื่อนที่ของวัตถุนั้น
- ค. แรงกดจึง ทำให้วัตถุ เปลี่ยนแปลงสถานการณ์ เคลื่อนที่

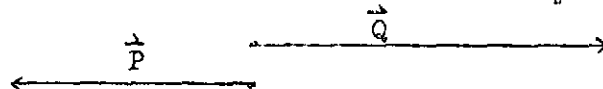
ฉบับ 2 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ก, หาุมต่อกัน

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม

หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงได้ทั้งการ สร้างรูปและการคำนวณ

ตัวอย่างข้อสอบ

ถ้า $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$ เป็นแรงที่มีขนาดและทิศ ดังรูป



จงสร้างรูปแสดงแรงลัพธ์ของ $\vec{P}$ กับ $\vec{Q}$

แบบทดสอบที่ 2 เรื่องการเคลื่อนที่

ฉบับที่ 1 สมการการเคลื่อนที่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หาการหาค่าและสรุปสภาพสมการของการเคลื่อนที่ เมื่อมีแรง

สองแรงมากระทำวัตถุ

ตัวอย่างข้อสอบ

- (0) การที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่กับเมื่อหยุดนิ่งนั้น แสดงว่าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล ในทั้งวงจรไฟฟ้าจะเกิดเหมือนกัน

ตอบ.

ฉบับที่ 2 จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลาง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดศูนย์กลางของมวล และจุดศูนย์กลาง

ของวัตถุอย่างหนึ่ง ๆ ในแง่ความหมายและวิธีหา

ตัวอย่างข้อสอบ

- (0) จากระเบิดเล็กใส่ดินไว้ตามทางคันหนึ่ง หากนักเรียนจะค้นให้หอยเหล็กนี้เคลื่อนที่ไปโดยไม่หมุนบนพื้นราบ เรือนักเรียนควรหาอย่างไร



ตอบ.

ฉบับที่ 3 โมเมนต์และสมการการหมุน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนได้ทำการทดลองสมการของแรงขนาน แล้วนักเรียน

สามารถบอกเงื่อนไขของการสมดุลของแรงสามแรงได้ถูกต้อง

ตัวอย่างข้อสอบ

- (๐) ถ้าแรงสามแรงมากระทำกับก้อนใบหนึ่ง มีผลให้กลิ้งบนพื้นเคลื่อนที่ ด้วยความเร็วคงที่ 3 เมตร/วินาที นักเขียนสรุปผลเกี่ยวกับแรง สามแรงนั้นว่าอย่างไร ?

ตอบ. เพราะ.....

ฉบับ 4 แรงเสียดทานและสมมูล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หาการหักของน้ำหนักสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิต และ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์ โดยใช้วิธีพื้นเอียง

ตัวอย่างข้อสอบ

- (๐) วัตถุก้อนหนึ่งหนัก 100 กิโลกรัม เกื่อนที่อย่างสม่ำเสมอบนพื้นเอียง ซึ่งทำมุม 45° กับแนวระดับ ถ้าพื้นเอียงความสูง 37° จงหา แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น

ตอบ..... เพราะ.....

ฉบับ 5 สภาพสมมูล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำหลักของสภาพสมมูลของแรงไปอธิบายการทำงานของเครื่องมือ บางอย่างได้

ตัวอย่างข้อสอบ

- (๐) การหมุนของลูกข้าง จัดเป็นสมมูลประเภทใด ?

ตอบ... .. เพราะ.....

6. นาแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้ง 7 ฉบับที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจริงหรือไม่ ตามวิธีของโรวินELLI และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524 : 84 - 85) ตัวอย่างการประเมินดังนี้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
กาชี้แจง ให้ท่านพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อนั้น ๆ หรือไม่ ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนดังนี้

- ถ้าท่านรู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้กา / ในช่อง 1
- ถ้าท่านรู้สึกไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้กา ✓ ในช่อง 0
- ถ้าท่านรู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดไม่ตรงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้กา ✓ ในช่อง -1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		1	0	-1
นำหลักของสมการสมมูลของแรงไปอธิบายการทางานของเครื่องมือบางอย่างได้	(0) การหมุนของลูกข้างจักเป็นสมมูลประเภทใด			

นำผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน มารวมกันทั้งหมด ไปเปรียบเทียบ กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลรวมของคะแนนเกินครึ่งของคะแนนเต็มก็ถือว่าข้อสอบข้อนี้ ได้รับความพึงประสงค์เชิงพหุติกรรมนั้นจริง เป็นการพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเล็กน้อยเพียงใด

7. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจจิตสำนึกที่สร้างขึ้นไปสอบกับนักเรียน 110 คน เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

8. นำผลการสอบเพื่อสำรวจครั้งที่ 1 มาหาค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบสำรวจครั้งนี้

8.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน และ ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

8.2 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2525 : 207)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์

ปรับปรุงข้อสอบที่ไม่ถึงเกณฑ์ โดยพิจารณาเกี่ยวกับจุดบกพร่อง ปรับปรุงข้อสอบ ที่มีความยากน้อยกว่า .50 แล้วนำไปสอบเพื่อสำรวจในครั้งที่ 2

9. สอบเพื่อสำรวจครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 125 คน เพื่อสำรวจและรวบรวมจุดบกพร่องของนักเรียน

10. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย นำแบบทดสอบสำรวจทั้ง 7 ฉบับมาสร้าง เป็นแบบทดสอบวินิจฉัย 5 ตัวเลือก โดยตัวลวงเอามาจากคำตอบที่นักเรียนตอบผิด ในแบบทดสอบสำรวจ เลือกโดยดูความถี่ในการตอบผิดมากที่สุดตามลำดับ

11. หากเกณฑ์ อาศัยหลักของควาไม่น่าจะเป็นที่ยอมรับ ซึ่งมีสมรรถภาพ
 ขั้นต่ำสุดที่จะยอมรับได้ของร้อยละ (มุญเฑียร โภชโณภพ 2526:171 - 172
 อ้างจาก Angoff.1971) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน พิจารณา
 ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของนักเรียน ซึ่งดำเนินการควบคู่กันกับขั้นดังนี้

1. นำข้อสอบทั้งหมดไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 ท่านพิจารณาเนื้อหา
 ข้อสอบและความยาก
2. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาต่อไปว่า นักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุด
 ตามเนื้อหาข้อสอบ จะมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกเป็นเท่าไร
3. นำค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบที่ถูกจากผู้เชี่ยวชาญ
 8 ท่านมาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความน่าจะเป็น
4. กำหนดคะแนนจากค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในขั้นที่ 3 ดังตัวอย่าง
 ข้อสอบ 5 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน พิจารณา

ข้อสอบ	ความน่าจะเป็นในการตอบถูกตามความยากข้อของผู้เชี่ยวชาญ								รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	.9	.9	.8	.7	.7	.8	.7	.7	6.2
2	.6	.7	.7	.7	.6	.9	.9	.9	6.2
3	.8	.9	.7	.7	.7	.7	.7	.8	6.8
4	.8	.8	.8	.8	.7	.7	.9	.9	6.4
5	.8	.7	.9	.7	.8	.7	.9	.9	6.4

ความน่าจะเป็นรวมทั้งหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้เท่ากับ 80 % ดังนั้นจุดตัด
 ของแบบทดสอบฉบับนี้คือ 80 % หรือ 4 คะแนน

12. ค่าเฉลี่ยที่ 1 แบบพหุคูณใช้วิธีทั้ง 7 ขอบไม่พบความแตกต่างอย่าง
 171 คน เป็นการทดสอบวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก และปรับปรุงข้อสอบ

13. การวิเคราะห์รายข้อ โดยการตรวจให้คะแนนและหาค่าความยาก
 เช่นเดียวกับข้อ 8 และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของเบรนนาน ซึ่งเรียกว่า
 คำนี้อำนาจจำแนก บี (Brannan . 1972 : 289 - 303)

$$E = \frac{L}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์

L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบไม่ถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

n_1 แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

14. นำแบบทดสอบวิธีจัดหลังจากปรับปรุงแล้ว ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
 จำนวน 241 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

15. การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

15.1 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อกระทำเช่นเดียวกับ
 ข้อ 8.2

15.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อกระทำเช่นเดียวกับข้อ 15

15.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร ปรับแก้ไข

สูตรวิเคราะห์ความแปรปรวนของโลเวนอร์ (Lovett. 1978: 238 - 251
 อ้างจาก winer 1971) ดังนี้

$$r_{cc}(\text{ANOVA Corrected}) = \frac{F' - 1}{F'}$$

$$\text{เมื่อ } F' = \frac{MS_p}{m(MS_e)}$$

$$\text{และ } m = n(k-1)/(n(k-1)-2)$$

16. หากค่าความคลาดเคลื่อนของเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มผ่านเกณฑ์และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

ขั้นที่ 2 กลุ่มนักเรียนกลุ่มผ่านเกณฑ์ 20 คน และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ 20 คน

ขั้นที่ 3 สัมภาษณ์ สังเกต และใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ เนื้อหาของข้อสอบในข้อนี้ๆ แล้วสังเกตดูว่านักเรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่

ขั้นที่ 4 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในแต่ละข้อและของแบบทดสอบ

17. หากหาพบเพียงตรงเชิงเนื้อหาได้ดำเนินการขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของสถาบันส่งเสริมการสอบ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 2 นำข้อสอบที่เขียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบซึ่งดำเนินการไว้ในข้อ 6

18. หากความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัด (Mehrens and Lehmann . 1973 : 105)

$$S.D._{meas} = S\sqrt{1 - r_{cc}}$$

เมื่อ $S.D._{meas}$ แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัด

S แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ

r_{cc} แทนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

19. วิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวลองของแบบทดสอบวินิจัย โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนในการทดสอบสำรวจครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ร่วมกับครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์มาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี เป็นผู้ร่วมพิจารณา

20. จัดทำคู่มือการดำเนินการสอบ

21. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อถามควา เวลาที่จะทำการสอบ เพื่อหาหนังสือถึงผู้บริหาร
2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแต่ละครั้ง
3. ดำเนินการสอบ ผู้วิจัยควบคุมด้วยตัวเอง
4. ว่างงานให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดประสงค์ในการสอบ
5. นำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้
 - 5.1 ทดสอบเพื่อสำรวจครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 110 คน
 - 5.2 ทดสอบเพื่อสำรวจครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 125 คน
 - 5.3 ทดสอบครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 174 คน
 - 5.4 ทดสอบครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 241 คน

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำค่าสถิติที่สรุปของคะแนนจากแบบทดสอบคือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (อนันต์ ศรีโสภณ 2525 : 55 - 58) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัด (Mehrens and Lehmann .1973 105)
2. นำค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยวิธีสูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2525 : 207)
3. นำค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยวิธีสูตรของเบรนนัน ซึ่งเรียกว่าค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Brennan . 1972 281 - 303)
4. นำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีสูตรปรับแก้การวิเคราะห์

ความแปรปรวนของไวเนอร์ (Lovett . 1976 . 239-251 อ้างจาก Winer 1971)

5. ทดสอบความคลาดเคลื่อนของเกณฑ์ของแบบทดสอบวิวิธวิธีทั้ง 7 ฉบับ
6. ทดสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ในรูปของความเที่ยงตรง
ในเนื้อหา ก่อให้ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปีจาก
8 คน เป็นผู้พิจารณาตามวิธีของโรวินสกีและเฮมเบิร์ก (สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524 : 83 - 85)
7. วิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวลง ผู้วิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการสอน
วิชาฟิสิกส์ร่วมกันพิจารณาโดยยึดแบบสำรวจเป็นแนวทาง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
- P แทน ความยากของข้อสอบ
- B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
- $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
- S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- S.E._{meas} แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัด
- C แทน คะแนนเกณฑ์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลในการศึกษากันทั่วๆครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบดังนี้
 - 1.1 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 1.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
2. การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบได้ดำเนินการดังนี้

- 2.1 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
- 2.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
- 2.3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
- 2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
- 2.5 ค่าความกลาดเคลื่อนของเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
- 2.6 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
- 2.7 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบครั้งที่ 1

1.1 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 ท่านพิจารณาความน่าจะเป็นในการตอบถูกของนักเรียนในแต่ละข้อ แล้วหาเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับเพื่อเทียบเป็นคะแนนจุดตัด ใ้คะแนนจุดตัดของแต่ละฉบับในการร่างที่ 3

ตาราง 3 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนข้อสอบ	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย	คะแนนจุดตัด
1	8	8	68.36	6
2	8	10	63.00	6
3	8	26	64.50	17
4	8	9	77.50	7
5	8	12	57.08	7
6	8	19	58.81	11
7	8	7	56.26	4

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
จากแบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง นวล แรง มีจำนวนข้อสอบ 8 ข้อ
จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 6 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้จะมีคะแนนเกณฑ์
เท่ากับ 6 คะแนนหรือ 69 เปอร์เซนต์ของการทำข้อสอบถูก

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง
ที่กระทำมุมตักัน มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 6 ข้อ
แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้จะมีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 6 คะแนนหรือ 68.36 เปอร์เซนต์
ของการทำข้อสอบถูก

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง มีข้อสอบ
จำนวน 26 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 17 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้
จะมีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 17 คะแนนหรือ 64.50 เปอร์เซนต์ของการทำข้อสอบถูก

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลาง
มีข้อสอบจำนวน 9 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 7 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบ
ฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 7 คะแนนหรือ 77.50 เปอร์เซนต์ของการทำข้อสอบถูก

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โมเมนต์ สมดุลต่อการหมุน และ
โมเมนต์ของแรงคู่ควบ มีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
7 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้จะมีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 7 คะแนนหรือ 57 เปอร์เซนต์
ของการทำข้อสอบถูก

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง แรงเสียดทานและสมดุล มีข้อสอบ
จำนวน 19 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 11 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบ
ฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 11 คะแนนหรือ 58.80 เปอร์เซนต์ของการทำข้อสอบถูก

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สภาพสมดุล มีข้อสอบจำนวน 7 ข้อ

จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 4 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเหมาะสม
เท่ากับ 4 คะแนนหรือ 56.26 เปอร์เซ็นต์ของการหาข้อสอบถูก

1.2 ค่าความยากของข้อสอบ (P) และค่าอำนาจจำแนก (B)

ในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 1 มาคำนวณหาค่าความยากของข้อสอบ
โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้สูตรของเบรนนัน
ซึ่งใช้เกณฑ์จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในการแบ่งกลุ่มของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ปรากฏ
ได้ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทั้งแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยากของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบ
 วิจัยว่ากาการทดสอบครั้งที่ 1

ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B	ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
1	1	1	.19	.21	3	1	1	.70	.28
		2	.50	.19			2	.49	.37
		3	.62	.20			3	.53	.23
	2	4	.53	.01		3	4	.58	.32
		5	.50	.33			5	.56	.29
		6	.50	.55			6	.50	.22
	3	7	.63	.33		4	7	.63	.22
		8	.60	.08			8	.53	.19
		9	.54	.49			9	.61	.23
		10	.50	.32			10	.76	.03
2	1	1	.54	.49		5	11	.54	.18
		2	.51	.35			12	.50	.29
		3	.54	.00			13	.68	.19
	2	4	.16	.21		6	14	.54	.38
		5	.50	.32			15	.63	.34
		6	.50	.34			16	.50	.30
		7	.50	.27			17	.13	.05
		8	.29	.19			18	.13	.08
		9	.61	.33					
		10	.50	.32					

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B	ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
4	9	19	.39	.05	6	2	2	.51	.33
		20	.50	.18			3	.75	.11
		21	.50	.16			3	.51	.21
		22	.50	.32			4	.50	.00
		23	.29	.22			6	.50	.10
		24	.36	.07			7	.50	.13
		25	.51	.21			8	.50	.22
		26	.50	.24			9	.16	.15
	1	1	.50	.23		5	10	.53	.24
		2	.50	.23			11	.69	.13
		3	.50	.54			12	.53	.29
		4	.59	.28			1	.50	.24
		5	.58	.44			2	.57	.34
		6	.24	.49			3	.51	.22
5	2	7	.56	.15		2	4	.70	.22
		8	.50	.53			5	.52	.06
		9	.50	.30			6	.50	.17
		1	.50	.43			7	.50	.14

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B	ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
		8	.50	.21			17	.50	.21
		9	.52	.31			18	.50	.22
		10	.51	.32			19	.41	.00
		11	.40	.06	7	1	1	.22	.16
		12	.56	.15			2	.70	.36
		13	.51	.34			3	.50	.07
		14	.55	.22			4	.51	.45
	5	15	.50	.12		2	5	.13	.18
		16	.32	.11			6	.60	.3
							7	.52	.04

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นค่าความยากของข้อสอบ (P) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B) ในแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง นวล แรง มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .19 - .63 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .55 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่ต้องคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 1 ข้อคือข้อ 1

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำบนก้อนหิน มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .16 - .61 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .49 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่ต้องคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 2 ข้อคือข้อ 4 และข้อ 8

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สมดุลต่อการเคลื่อนที่แบบหมุน มีข้อสอบจำนวน 26 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .13 - .70 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .05 - .38 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่ต้องคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 6 ข้อคือข้อ 2, 17, 18, 19, 23 และ 24

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางมวล มีข้อสอบจำนวน 9 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .24 - .59 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .54 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่ต้องคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 1 ข้อคือข้อ 6

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โมเมนต์ สมดุลต่อการหมุน และ โมเมนต์ของแรงคู่ควบ มีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .16 - .69 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .43 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่ต้องคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 1 ข้อคือข้อ 9

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง แรงเสียดทานและสมดุล มีข้อสอบจำนวน 19 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .40 - .70 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .34 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่คงคัดเลือกรอกเนื่องจากไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 3 ข้อคือข้อ 11, 16 และ 19

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สภาวะสมดุล มีข้อสอบจำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .13 - .70 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .45 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่คงคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 2 ข้อคือข้อ 1 และข้อ 5

สรุปแล้วจากแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับที่นำไปสอบครั้งที่ 1 รวมข้อสอบทั้งหมด 91 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .13 - .70 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .55 มีข้อสอบที่คงคัดเลือกรอกเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีค่าความยากต่ำกว่า .50 จำนวน 16 ข้อ

2. การทดสอบครั้งที่ 2

จากการทดสอบครั้งที่ 1 หลังจากคัดเลือกรอกข้อสอบได้ตามที่ต้องการแล้วผู้วิจัยจึงนำไปทดสอบครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นครั้งที่หาเกณฑ์และคุณภาพครั้งสุดท้ายโดยดำเนินการดังนี้

3.1 กระบวนการของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

หลังจากการสอบคัดเลือกรอกข้อสอบจากการสอบครั้งที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้หาเกณฑ์จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่านอีกครั้งโดยกระบวนการดังตารางที่ 5

ตาราง 5 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนข้อสอบ	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย	คะแนนจุดตัด
1	8	7	68.84	6
2	8	8	67.50	6
3	8	20	66.59	14
4	8	8	78.87	7
5	8	11	58.13	6
6	8	16	58.36	9
7	8	5	68.38	4

จากตารางแสดงให้เห็นคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ สรุปผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง มวล แรง มีจำนวน 7 ข้อ คะแนนจุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 6 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้จะมีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 6 คะแนนหรือ 68.84 เปอร์เซนต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 7 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของทรงสองแรงที่กระทำมุมต่อกัน มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 6 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 6 คะแนนหรือ 67.50 เปอร์เซนต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 14 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้

มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 14 คะแนนหรือ 66.59 เปอร์เซ็นต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางมีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 7 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 7 คะแนนหรือ 76.87 เปอร์เซ็นต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โมเมนต์ สนมคู่ต่อการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ มีข้อสอบจำนวน 11 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 6 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 6 คะแนนหรือ 58.15 เปอร์เซ็นต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 11 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง แรงเสียดทานและสมดุล มีข้อสอบจำนวน 16 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 9 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 9 คะแนนหรือ 58.36 เปอร์เซ็นต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 16 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สภาพสมดุล มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ จุดตัดจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 4 คะแนนหรือ 68.38 เปอร์เซ็นต์ของการทำข้อสอบถูกในจำนวนข้อสอบ 5 ข้อ

สรุปแล้วคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทุกฉบับจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเกินกว่าครึ่งของคะแนนเต็มแสดงว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับค่อนข้างง่าย

2.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวิวิธน์ ทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวิวิธน์ที่คัดเลือกมาจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปสอบ เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 คน แล้วนำมา คำนวณหาค่าความยากโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้สูตรของ เบรบนแนน ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบวินิจัยจากการ
ทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B	ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B		
1	1	1	.55	.58			7	.64	.35		
		2	.71	.27			8	.59	.15		
		2	3	.52			.49	5	9	.75	.17
			4	.53			.25		10	.64	.21
	3	5	.59	.50			6	11	.52	.18	
		6	.72	.26				7	.12	.63	.19
		7	.73	.11				8	13	.83	.29
2	1	1	.63	.44				4	1	14	.84
		2	.58	.49			15			.50	.29
		3	.65	.47			9			16	.63
	2	4	.69	.34		17				.66	.33
		5	.50	.50		18				.50	.43
		6	.51	.33		19				.50	.17
		7	.80	.17		20				.50	.19
	3	1	8	.50	.61	1				.71	.29
			1	.78	.20	2				.62	.37
			2	.51	.19	3	.55			.36	
3			.69	.24	4	.77	.13				
4			.50	.20	5	.68	.33				
4			5	.52	.24	2	6	.64	.22		
6	.83	.19	7	.57	.37						

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	P	B	ฉบับที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
5	1	8	.52 .40	7	3	6	.50	.20
		1	.54 .36			7	.50	.18
		2	.50 .41			8	.50	.26
		3	.67 .19			9	.54	.19
		3	.64 .15			10	.57	.42
		4	.51 .34			11	.59	.43
		6	.51 .39			12	.53	.50
		7	.54 .20			13	.54	.32
		8	.50 .33			14	.50	.23
		5	.59 .24			15	.50	.37
		10	.75 .24			16	.50	.33
6	1	11	.50 .41	2	1	1	.73	.36
		1	.51 .20			2	.50	.64
		2	.58 .17			3	.50	.60
		3	.50 .33			4	.55	.27
		4	.61 .19			5	.50	.59
		2	.53 .18					

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นค่าความยากของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิฉัยทั้ง 7 ฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 2 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง มวล แรง มีข้อสอบจำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .52 - .73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .58

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำมุมกัน มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .30 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .17 - .61

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .43

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางมีข้อสอบจำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .52 - .71 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .13 - .40

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โมเมนต์ สมดุลต่อการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ มีข้อสอบจำนวน 11 ข้อ ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .41

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง แรงเสียดทาน มีข้อสอบจำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .17 - .50

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สภาวะสมดุล มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .73 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 - .64

สรุปแล้วแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .84 ซึ่งทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และแสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อว่า และ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .61 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกความถนัดของนักเรียนได้

2.3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 2 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่วัดได้ดังปรากฏในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	N	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.
1	240	7	7	4.3042	1.1293
2	240	8	8	4.8417	1.9123
3	240	20	20	12.5625	2.7905
4	240	8	8	5.0417	1.2995
5	240	11	11	6.2250	2.1197
6	240	16	16	8.4167	2.9659
7	217	5	5	2.8802	1.2997

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 7 ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทุกฉบับ มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ซึ่งแสดงว่าข้อสอบของแบบทดสอบวินิจัยแต่ละฉบับค่อนข้างง่าย ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่วัดได้ทั้ง 7 ฉบับมีค่าตั้งแต่ 1.1293 - 2.9659 ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของจำนวนข้อสอบเพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแต่ละฉบับแล้วปรากฏว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้คะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 2 มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งงานนี้โดยใช้สูตร ปรับแก้ไขสูตรวิเคราะห์ความแปรปรวนของไวนอร์ ปราบกฎได้ค่าความเชื่อมั่นดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2

แบบทดสอบฉบับที่	N	n	C	r_{cc}	$S.E._{meas}$
1	240	7	6	.63	.6869
2	240	8	6	.68	1.0818
3	240	20	14	.60	1.7649
4	240	8	7	.67	.7465
5	240	11	6	.76	1.0384
6	240	16	9	.60	1.8758
7	217	5	4	.66	.7579

ตาราง 8 แสดงให้เห็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .60 - .76 แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุดคือฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โมเมนต์ สัมผัสต่อการหมุน และโมเมนต์ของแรงกดทับ และแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุดคือฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สัมผัสต่อการเลื่อนตำแหน่ง ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเนื่องจากการวัดมีค่าใกล้เคียงกันคือตั้งแต่ .6869 - 1.8758

2.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยหาความคลาดเคลื่อนของเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ โดยสุ่มจากนักเรียนกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับมากลุ่มละ 20 คน แลฉบับที่ 4 สุ่มมาเพียงกลุ่มละ 10 คน แล้วนำมาสัมภาษณ์ สังเกต และให้ทำกิจกรรม โดยแยกพิจารณาเป็นรายข้อ ปรากฏว่าได้ค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบเป็นเปอร์เซ็นต์ดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของคะแนนเฉพาะเรื่องแบบทดสอบวิจัยทั้ง 7 ฉบับ
แยกเป็นรายข้อ และความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแต่ละฉบับ

ฉบับที่	N	ข้อ	กลุ่มผ่านเกณฑ์		กลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์		เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อนรายข้อ	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อนทั้งฉบับ
			ผ่านจริง	ไม่ผ่านจริง	ไม่ผ่าน เกณฑ์	ผ่านเกณฑ์		
1	20	1	17	3	18	2	12.50	11.07
	20	2	19	1	17	3	10.00	
	20	3	16	2	18	2	10.00	
	20	4	20	—	17	3	7.50	
	20	5	17	3	17	3	15.00	
	20	6	19	1	19	1	5.00	
	20	7	16	4	17	3	17.50	
2	20	1	17	3	18	2	12.50	9.06
	20	2	18	2	19	1	7.50	
	20	3	17	3	16	4	17.50	
	20	4	20	—1	18	2	5.00	
	20	5	19	1	19	1	5.00	
	20	6	18	2	20	—	5.00	
	20	7	18	2	18	2	10.00	
	20	8	19	1	17	3	10.00	

ฉบับที่	N	ข้อที่	กลุ่มผ่านเกณฑ์		กลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์		เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นต์
			ผ่านจริง	ไม่ผ่านจริง	ไม่ผ่าน เกณฑ์	ผ่านเกณฑ์	ความคลาด เคลื่อนรวมข้อ	ความคลาด เคลื่อนทั้งฉบับ
3	20	1	20	—	19	1	2.50	
	20	2	19	1	17	3	10.00	
	20	3	20	—	18	2	5.00	
	20	4	17	3	18	2	12.50	
	20	5	18	2	18	2	10.00	
	20	6	20	—	19	1	2.50	
	20	7	17	3	17	3	15.00	
	20	8	16	4	18	2	15.00	
	20	9	19	1	19	1	5.00	
	20	10	20	—	19	1	2.50	
	20	11	20	—	18	2	5.00	
	20	12	19	1	19	1	5.00	
	20	13	18	2	20	—	5.00	
	20	14	18	2	18	2	10.00	
	20	15	19	1	18	2	7.50	
	20	16	19	1	17	3	10.00	
	20	17	20	—	17	3	7.50	
	20	18	18	2	17	3	12.50	
	20	19	18	2	17	3	12.50	
	20	20	18	2	17	3	12.50	8.375

ฉบับที่	N	ข้อที่	กลุ่มผ่านเกณฑ์		กลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์		เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นต์
			ผ่านจริง	ไม่ผ่านจริง	ไม่ผ่านเกณฑ์	ผ่านเกณฑ์	ความถูกต้อง เครื่องมือรายข้อ	ความถูกต้อง เครื่องมือทั้งหมด
4	10	1	10	-	7	3	7.50	8.438
	10	2	10	-	8	2	10.00	
	10	3	10	-	8	2	10.00	
	10	4	9	1	9	1	10.00	
	10	5	9	1	9	1	10.00	
	10	6	10	-	9	1	5.00	
	10	7	10	-	9	1	5.00	
	10	8	10	-	8	2	10.00	
5	20	1	20	-	19	1	2.50	5.91
	20	2	20	-	19	1	2.50	
	20	3	18	2	18	2	10.00	
	20	4	19	1	18	2	7.50	
	20	5	19	1	18	2	7.50	
	20	6	19	1	20	-	8.50	
	20	7	18	2	20	-	5.00	
	20	8	18	2	20	-	5.00	
	20	9	18	2	18	2	10.00	
	20	10	20	-	19	1	2.50	
	20	11	17	3	19	1	10.00	

ฉบับที่	N	ข้อ	กลุ่มผ่านเกณฑ์		กลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์		เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นต์
			ผ่านจริง	ไม่ผ่านจริง	ไม่ผ่าน เกณฑ์	ผ่านเกณฑ์	ความถี่ คะแนนรวมข้อ	ความถี่ เฉลี่ยทั้งฉบับ
6	20	1	18	2	18	2	10.00	
	20	2	16	4	17	3	17.50	
	20	3	17	3	17	3	15.00	
	20	4	17	3	18	2	15.00	
	20	5	18	2	19	1	7.50	
	20	6	18	2	19	1	7.50	
	20	7	18	2	18	2	10.00	
	20	8	17	3	17	3	15.00	
	20	9	19	1	17	3	10.00	
	20	10	19	1	17	3	10.00	
	20	11	18	2	18	2	10.00	
	20	12	18	2	18	2	10.00	
	20	13	17	3	18	2	12.50	
	20	14	16	4	19	1	12.50	
	20	15	17	3	18	2	12.50	
	20	16	19	1	18	2	7.50	11.41
7	20	1	20	—	17	3	7.50	
	20	2	19	1	19	1	5.00	
	20	3	17	3	17	3	15.00	
	20	4	17	3	17	3	15.00	
	20	5	17	3	17	3	15.00	11.50

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง มวล แรง มีข้อสอบจำนวน 7 ข้อ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 6 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 11.07 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 88.93 เปอร์เซ็นต์

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำมุมตักัน มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 6 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 9.06 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 90.94 เปอร์เซ็นต์

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 14 คะแนน มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเกณฑ์เท่ากับ 8.357 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 91.625 เปอร์เซ็นต์

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลาง มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 7 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 8.438 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 91.562 เปอร์เซ็นต์

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โมเมนต์ สมดุลต่อการหมุน และ โมเมนต์ของแรงคู่ควบ มีข้อสอบจำนวน 11 ข้อ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 6 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเกณฑ์เท่ากับ 5.91 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 94.09 เปอร์เซ็นต์

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง แรงเสียดทาน มีข้อสอบจำนวน 16 ข้อ คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 9 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ

เกณฑ์เท่ากับ 11.41 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 88.59 เปอร์เซ็นต์
แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สภาพสมกุล มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ
คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 4 คะแนน นี้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย
ของเกณฑ์เท่ากับ 11.5 เปอร์เซ็นต์หรือมีความเชื่อถือได้ของเกณฑ์เท่ากับ 88.5 เปอร์เซ็นต์

2.6 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
ทั้ง 7 ฉบับซึ่งสร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา 8 ท่านพิจารณาคัดสินว่า
ข้อสอบแต่ละฉบับวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นหรือไม่ โดยใช้แบบตรวจสอบ
รายการตามวิธีของ โรวินสกีและแฮมมิลตัน ซึ่งได้ดำเนินการไว้ในขั้นตอนที่ 6 ของ
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย สำหรับการาง 10 จะแสดงเฉพาะข้อสอบที่ได้รับการ
การคัดเลือกไว้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยเท่านั้น ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบที่คัดเลือกมามี
ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตาราง 10 แลกงค่าความสัอกกลองมองแบบทคส้อมทั้ง 7 ฉบับ

แบบทค	จุดมุ่งหมาย		ค่าทวาท	ค่าทวาท	แบบทค	จุดมุ่งหมาย		ค่าทวาท	ค่าทวาท
ฉบับที่	เชิง พฤติกรรม	ข้อท	สอ กลอง	สอ กลอง เฉลี่ย	ฉบับที่	เชิง พฤติกรรม	ข้อท	สอ กลอง	สอ กลอง เฉลี่ย
1	1	1	1.000	.911		4	5	1.000	
		2	1.000				6	1.000	
		3	1.000				7	1.000	
		4	.875				8	1.000	
	2	5	.875			5	9	.875	
		6	.875				10	.875	
		7	.750				11	.625	
	3	8	.625			6	12	1.000	
		9	.625				13	.875	
		10	.625				14	.875	
2	1	1	.625	.781		7	15	1.000	
		2	.625				16	.875	
		3	.625				17	.875	
		4	1.000				18	1.000	
	2	5	.750			9	19	1.000	
		6	.875				20	1.000	
		7	.875				1	.875	
		8	.875				2	.875	
3	1	1	1.000		4	1	3	1.000	.931
	2	2	1.000						
	3	3	.875						
	4	4	.875						

ตาราง 10 (ต่อ)

แบบทดสอบฉบับที่	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง	ค่าความสอดคล้องเฉลี่ย	แบบทดสอบฉบับที่	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง	ค่าความสอดคล้องเฉลี่ย
5	2	4	.875	.953		2	5	1.000	
		5	1.000				6	.875	
		6	1.000				7	1.000	
		7	1.000				8	1.000	
	1	8	1.000	9		1.000			
		1	.875	10		1.000			
		2	.875	11		1.000			
		3	.750	12		1.000			
		3	.875	13		1.000			
		4	1.000	14		.750			
		6	1.000	15		1.000			
5	7	1.000	16	1.000	.953				
	8	1.000	1	.750					
	9	.875	2	.875					
	10	1.000	3	.875					
	11	1.000	4	.875					
6	1	1	.875	.932	2	5	.875	.850	
		2	.875						
		3	.875						
		4	1.000						

วาถการางที่ 10 เป็นกัณณิกาสาธนาของขอมผู้ใช้ยาวา, ในการพิจารณาข้อต่อกับ
 จุดประสงค์เชิงพฤกษกรรม ซึ่งมีลักษณะยาวาถกลางอย่างยาวาถภายใน 1. แม้ว่ายาวาถ
 ละข้อใดก็ตามยาวาถดังกล่าวตั้งแต่ 625 - 1.00 และยาวาถกลางยาวาถภายในของขอม
 แต่ละข้อตั้งแต่ 751 - .953 แสดงว่าการทำขึ้นของยาวาถยาวาถจุดประสงค์เชิงพฤกษ
 ภายใต้อาณัติของขอมในเขตนี้ มีลักษณะรวมกันทั้งนี้ของยาวาถยาวาถยาวาถ
 ซึ่งแสดงว่าข้อต่อแต่ละข้อได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤกษกรรมจริง ถึงแม้แบบทดสอบทั้งนี้
 มียาวาถเพียงตรงตามเนื้อหา

1.7 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับมาวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแต่ละข้อของแบบทดสอบว่า การที่นักเรียนตอบผิดนั้นเกิดจากจุดบกพร่องอะไร โดยนำแบบทดสอบสำรวจในครั้งที่ 2 มาประกอบ และร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาถึงจุดบกพร่องที่นักเรียนตอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตาราง 11

ตาราง 11 วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนเลือกตอบแบบทดสอบวินิจัยผิด

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
1	1	ก	เข้าใจสูตร $M = \rho V$ (V =ความหนาแน่น) แต่เวลานิยามไม่เอา V มาเกี่ยวข้อง
		ข.	แยกความหมายของมวลและน้ำหนักไม่ออกและมองในรูปของกายภาพ
		ก	แยกความหมายของมวลและน้ำหนักไม่ออก
		ง	ข้อถูก
		จ	เข้าใจกฎข้อ 1 ไม่ถูกต้องและนำมาใช้กี่ยวกับความหมายของมวล
	2	ก	คิดว่าน้ำหนักเป็นค่าคงที่
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	เข้าใจผิดว่ามวลคือน้ำหนัก แต่นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของหน่วยได้
		ง	นิยามความหมายของน้ำหนักไปในเรื่องของมวล
		จ	ข้อถูก
	3	ก	ข้อถูก
		ข	เข้าใจหน่วยของมวลผิด

ตาราง 11(ต่อ)

ฉบับที่	ข้อ	ตัวเลือก	ตัวกรอง
		ก ง จ	เข้าใจหน่วยของน้ำหนัก เข้าใจหน่วยของแรงดัน เข้าใจหน่วยของแรงดันและไปอยู่ในระบบ เดส ไอ
	4	ก ข ค ง ว	ข้อถูก ขาดความเข้าใจในเรื่องของแรงกระทำและใช้คุณสมบัติของน้ำหนัก ไม่เข้าใจนิยามของมวลและคุณสมบัติของแรง เข้าใจคุณสมบัติของมวลแต่การเนกความหมายไปถูกต้อง และขาดความเข้าใจในคุณสมบัติของแรง เข้าใจคุณสมบัติของมวลแต่การเนกความหมายไปถูกต้อง และเข้าใจในคุณสมบัติของแรง
	5	ก ข ค ง จ	ข้อถูก ไม่เข้าใจข้อ 1 และข้อ 2 ของนิเวศน์ ไม่เข้าใจข้อทั้ง 3 ข้อของนิเวศน์ ไม่เข้าใจข้อ 2 ของนิเวศน์ เหมือนข้อ ก
	6	ก ข ค ง ว	ข้อถูก ใช้หน่วยของความเร่งผิด แทนค่าสูตรข้อ 2 ผิด ไม่เข้าใจหน่วยของความเร่งหรือสับสนในสูตร เหมือนข้อ ง

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	7	ก	ตอบในลักษณะวางแรงลัพธ์
		ข	เข้าใจในเรื่องวางแรง, หาขนาดแล้วหาทิศในการแสดงผล
		ค	เหมือนข้อ ข และใช้หน่วยผิด
		ง	ใช้หน่วยของแรงผิด
		จ	ข้อถูก
2	1	ก	ขาดทักษะในการรวมเวกเตอร์
		ข	ข้อถูก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ไม่เข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์
		จ	เหมือนข้อ ก
	2	ก	ขาดทักษะในการรวมแรงที่กระทำ
		ข	ข้อถูก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ไม่เข้าใจหลักการรวมแรง
		จ	เหมือนข้อ ง
	3	ก	ไม่เข้าใจเรื่องการเลื่อนตำแหน่งที่ทำให้เกิดการหมุน
		ข	ขาดทักษะในการรวมแรง
		ค	ข้อถูก
		ง	ไม่เข้าใจเรื่องสเกลและการเลื่อนตำแหน่งของเวกเตอร์
		จ	เข้าใจผิดในเรื่องของการรวมแรงว่าแนวแรงต้องพบกันหรือตัดกัน

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเล็ง	ข้อบกพร่อง
	4	ก	ไม่เข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกันและใช้พีทาโกรัสผิด
		ข	มักเขียนหาเวกเตอร์ทั้งสองมาคบบัน
		ค	ข้อถูก
		ง	เข้าใจในเรื่องการรวมเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกันผิดโดยนำมาบวกต่อกัน
		ว	ขาดทักษะในการแสดงผลขั้นสุดท้าย
	5	ก	ไม่เข้าใจเรื่องทิศทางของแรงลัพธ์
		ข	เข้าใจการหาทิศทางของแรงลัพธ์ผิด
		ค	ขาดทักษะในการแสดงผลลัพธ์
		ง	เข้าใจความหมายของ $\tan \theta$ ผิด
		จ	ข้อถูก
	6	ก	เข้าใจความหมายของการหามุมกัน 0 องศาของเวกเตอร์ผิด
		ข	ไม่เข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์
		ค	ข้อถูก
		ง	เข้าใจการรวมเวกเตอร์ที่หามุมกัน 0 องศาเป็นท่ามุม 90 องศา
		จ	ขาดทักษะในการแสดงผลลัพธ์

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อ	ตัวเลือก	ข้อความประกอบ
3	1	ก	เข้าใจเรื่องสาเหตุสปีด และไปเข้าใจความหมายของคำว่าสปีด
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เข้าใจว่าสปีดสปีดจะต้องเปลี่ยนที่เป็นวงกลม
	2	ก	ไม่เข้าใจเรื่องทิศทางของเวกเตอร์และการรวมเวกเตอร์
		ข	ขาดความเข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์
		ค	เหมือนข้อ ข
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก
	3	ก	เข้าใจว่าการเคลื่อนที่แล้วหยุดนิ่งยังอยู่ในสถานะของสมมูล
		ข	เข้าใจว่าจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในสถานะของสมมูล
		ค	เข้าใจถูกต้องแต่ขาดการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ตรงจุดที่ต้องการ
		ง	ข้อถูก
		จ	สับสนในความหมายของสมมูลและสมมูล
	4	ก	ตอบไม่ตรงเป้าหมาย
		ข	ข้อถูก
		ค	ไม่เข้าใจผลอันเนื่องมาจากแรงที่บีบอัดสมมูล
		ง	เหมือนข้อ ค และขาดความเข้าใจในลักษณะของสมมูล
		จ	เหมือนข้อ ง
	5	ก	ไม่เข้าใจลักษณะของสภาพสมมูลเนื่องจากแรงสามแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	ไม่เข้าใจผลรวมของแรงลัพธ์ที่ทำให้แรงสามแรงอยู่ในสภาพสมมูล

ตาราง 11(ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ง จ	ขาดความเข้าใจในเรื่องของการรวมแรงที่อาศัยแมทริกทาง ข้อถูก
	6	ก ข ค ง จ	ไม่ได้แสดงหลักเกณฑ์สมดุลเนื่องจากแรงทั้งสาม $\Sigma F = 0$ มีความเข้าใจแต่ตอบไม่ครบองค์ประกอบ ข้อถูก ขาดความเข้าใจในเรื่องสมดุลเนื่องจากแรงสามแรง เหมือนข้อ ง
	7	ก ข ค ง จ	ขาดความเข้าใจในเรื่องสมดุลของแรงสามแรง เหมือนข้อ ก ขาดทักษะในการนำไปใช้ มีความเข้าใจแต่ตอบไม่ตรงวัตถุประสงค์ ข้อ ถูก
	8	ก ข ก ง จ	ขาดทักษะการนำไปใช้ในการพิจารณาสภาพสมดุลของแรงสามแรง เหมือนข้อ ก เหมือนข้อ ก ข้อถูก เหมือนข้อ ก
	9	ก ข ก ง จ	ใช้ขนาดของแรงผิด ข้อถูก เขียนทิศทางของแรงผิด ใช้ขนาดและทิศทางของแรงผิด ขาดความเข้าใจในเรื่องการใช้เวกเตอร์แทนแรง

การวาง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	10	ก	ข้อถูก
		ข	มีความเข้าใจที่ตอบไม่ตรงว่าอุปกรณ์ของโจทก์
		ค	กำหนดเวกเตอร์ผิด และไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของโจทก์
		ง	เข้าใจวิธีการแต่ใช้ขนาดของแรงผิด
		จ	เหมือนข้อ ค
	11	ก	ให้เหตุผลที่ยังไม่ครอบคลุมชัดเจนทั้งหมด
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	ขาดทักษะในการนำไปใช้
		ง	เหมือนข้อ ค
		จ	ข้อถูก
	12	ก	ไม่เข้าใจหลักเกณฑ์ของสภาพสมดุล
		ข	ไม่ได้ชี้ชัดเจกว่าค่าที่ได้นั้นเท่าไร และไม่เข้าใจหลักของสมดุล
		ค	ข้อถูก
		ง	ไม่เข้าใจผลของการรวมแรงที่ต้องใช้วิธีการทางเวกเตอร์
		จ	ขาดความเข้าใจในเรื่องสมดุลของแรงทั้งสาม
	13	ก	ไม่เข้าใจหลักการแตกแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	มีหลักเกณฑ์แต่ขาดทักษะในเรื่องทิศทางของแรงย่อย
		จ	ข้อถูก

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
14	ก ข ค ง จ	ก	ไม่เข้าใจหลักการแตกแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	มีหลักเกณฑ์แต่ขาดทักษะในเรื่องทิศทางของแรงย่อย
15	ก ข ค ง จ	ก	นำเอาขนาดและทิศทางของแรง T_3 มารวมกัน
		ข	นำขนาดของผลรวมของแรงย่อยในแนวแกน y ไปหารขนาดของแรง T_3
		ค	เข้าใจความหมายของโทยัตติคและเข้าใจว่า T_3 มีขนาด 3 นิวตัน
		ง	ข้อถูก
		จ	นำแรงย่อยของ T_1 ในแนวแกน x รวมกับแรงย่อยของ T_2 ในแนวแกน x
16	ก ข ค ง จ	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องของแรงในแนวแกน x และ y กับการแตกแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	แสดงความสัมพันธ์ไม่ตรงตามจุดประสงค์ของโทยัตติคต้องการ
		ง	ข้อถูก
		จ	ขาดทักษะในกระบวนการทางคณิตศาสตร์
17	ก ข ค ง จ	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องของแรงในแนวแกน x และ y กับการแตกแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	แสดงความสัมพันธ์ไม่ตรงตามจุดประสงค์ของโทยัตติคต้องการ
		ง	ขาดทักษะในกระบวนการทางคณิตศาสตร์
		จ	ข้อถูก
18	ก		ไม่เข้าใจวิธีการแตกแรง

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ชนิด	ตัวเลือก	ขอมก.รอง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	ไม่เข้าใจเรื่องารโกณมิติ
		ง	เหมือนข้อ ค
		จ	ข้อถูก
	19	ก	จำคำมุมของ,ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
		ข	แทนค่ามิติ
		ค	ข้อถูก
		ง	ไม่เข้าใจเรื่องการแตกแรง
		จ	แทนค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติมิติ
	20	ก	ข้อถูก
		ข	ไม่เข้าใจการแทนค่ามุมในฟังก์ชันตรีโกณ
		ค	เหมือนข้อ ข
		ง	ไม่เข้าใจเรื่องการแตกแรง
		จ	เหมือนข้อ ข
4	1	ก	ใช้วิธีแบ่งกรงค่านแล้วลากเส้นขนานกับฐาน
		ข	ข้อถูก
		ค	ใช้เส้นแบ่งกรงค่าน, เส้นแบ่งกรงมุม และเส้นตั้งฉาก
		ง	ใช้เส้นแบ่งกรงมุมมาตัดกัน
		จ	ใช้เส้นตั้งฉาก(ส่วนสูง)มาตัดกัน
	2	ก	ใช้วิธีลากเส้นแบ่งกรงค่าน และเส้นแบ่งกรงมุมมาพบกัน
		ข	ใช้เส้นแบ่งกรงมุมมาตัดกัน

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ก	ใช้เส้นแบ่งกรงแล้วลากเส้นขนานกับฐานมาตัดกัน
		ง	ข้อถูก
		จ	ลากเส้นแบ่งกรงและกึ่งฉากกับด้านประกอบมุมฉากไปตัดกัน
	3	ก	ข้อถูก
		ข	เข้าใจเรื่องการเคลื่อนที่แต่ไม่มีหลักเกณฑ์ในการตอบ
		ค	ไม่มีทักษะในเรื่องแรงที่กระทำผ่านจุดศูนย์กลางมวล
		ง	เหมือนข้อ ข
		จ	เหมือนข้อ ก
	4	ก	ไม่มีทักษะในเรื่องแรงที่กระทำผ่านจุดศูนย์กลางมวล
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	ข้อถูก
		ง	เหมือนข้อ ก
		จ	เหมือนข้อ ก
	5	ก	เข้าใจหลักของสมดุลแต่ไม่มีหลักเกณฑ์ในการตอบ
		ข	ไม่มีทักษะในเรื่องของจุดศูนย์กลางมวล
		ค	ไม่มีทรา เข้าใจในหลักศูนย์กลางมวล
		ง	ขาดทักษะในการหาจุดศูนย์กลางมวล
		จ	ข้อถูก
	6	ก	ไม่เข้าใจวิธีหาจุดศูนย์กลางและนิยาม
		ข	ขาดทักษะในการหาจุดศูนย์กลาง
		ค	ไม่มีหลักเกณฑ์ในการหาจุดศูนย์กลาง

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
5		ง	ขาดความรู้ในเรื่องจุดศูนย์กลางและจุดศูนย์กลางมวล
		จ	ข้อถูก
	7	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องจุดศูนย์กลางและจุดศูนย์กลางมวล
		ข	เข้าใจไขว่เขวในเรื่องของศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง
		ค	เข้าใจผิดในเรื่องจุดศูนย์กลางมวล
		ง	ขาดความเข้าใจในแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลวัตถุ
		จ	ข้อถูก
	1	ก	เข้าใจลักษณะของแรงคู่ควบ แต่บอกลักษณะได้ไม่ชัดเจน
		ข	ไม่เข้าใจลักษณะของแรงคู่ควบว่าต้องมีสองแรง
		ค	อธิบายตำแหน่งของการกระทำของแรงคู่ควบไม่ถูกต้อง
		ง	ข้อถูก
		จ	ให้ความหมายไม่ชัดเจน
	2	ก	ข้อถูก
		ข	เข้าใจทิศทางของโมเมนต์ไม่ถูกต้องและกิริยาสะท้าน
		ค	ไม่เอาระยะทางที่แรงกระทำมาคิด
		ง	เข้าใจทิศทางของโมเมนต์ไม่ถูกต้อง และไม่เอาระยะทางมาคิด
		จ	เข้าใจหลักเกณฑ์ของโมเมนต์ผิด
	3	ก	ไม่เข้าใจความหมายของโมเมนต์
		ข	มีความสับสนในการหาค่าโมเมนต์
		ค	ไม่เอาระยะทางที่แรงกระทำมาคิด
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	4	ก ข ค ง จ	ไม่พื้ที่กระเี การแปลความหมายนิยามโมเมนต์ เหมือนข้อ ก แปลความหมายไม่ถูกต้อง สับสนเกี่ยวกับแรงและหน่วยของแรง ข้อถูก
	5	ก ข ค ง จ	ไม่เข้าใจเรื่องโมเมนต์โดยเอาน้ำหนัก 200 นิวตันมาคูณ ไม่คิณน้ำหนักของกานแะระยะทางจากน้ำหนัก 200 นิวตันถึง B ไม่ได้น่าน้ำหนักของกานมาคิณ ข้อถูก ไม่ได้คิณน้ำหนักของกานและเข้าใจว่า B ต้องรับน้ำหนักทั้งหมด
	6	ก ข ค ง จ	กิกแต่นาหนักของความ ไม่ได้คิณน้ำหนักของกานและเข้าใจว่า B ต้องรับน้ำหนักทั้งหมด ไม่น่าน้ำหนักของกานมาคิณ ข้อถูก เข้าใจว่า A จะรับน้ำหนักของโมเมนต์คาบทั้งหมด
	7	ก ข ค ง จ	ไม่ได้น่าน้ำหนักของกานมาคิณ ข้อถูก เข้าใจทิศทางของน้ำหนัก 15 นิวตันคิณ เข้าใจโจทย์ผิดและไม่เอาน้ำหนักของกานมาคิณ ไม่ได้เอาระยะทางของ A มาคิณ

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	8	ก	ไม่ได้คำนึงถึงของถา
		ข	ข้อถูก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	เจ้านาหน้าของงานบาคิดแต่ไม่เอาระยะทางบาคิด
		จ	ไม่เอาระยะทางของ B มาคิด
	9	ก	ขาดความเข้าใจวิธีการหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบ
		ข	นำเอาจุดหมุนมาเป็นหลักในการคิด
		ค	ข้อถูก
		ง	ไม่เข้าใจวิธีการหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบ
		จ	ไม่เข้าใจความหมายของโมเมนต์
	10	ก	ข้อถูก
		ข	หาโมเมนต์ของแรงคู่ควบไม่ถูกต้อง
		ค	เหมือนข้อ ข
		ง	หารระยะทางที่แรงกระทำผิด
		จ	เหมือนข้อ ง
	11	ก	ไม่เข้าใจทิศทางของแรงลัพธ์
		ข	หาแรงลัพธ์ไม่ถูกต้อง
		ค	ไม่เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ
		ง	ข้อถูก
		จ	ไม่เข้าใจลักษณะของแรงที่กระทำ

ฉบับที่	ข้อที่	ตั้งเลือก	ขอบการ
6	1	ก	ไม่เข้าใจลักษณะของการ เกิดแรงเสียดทาน
		ข	เข้าใจความหมายของแรงเสียดทานผิด
		ค	ชอถูก
		ง	ไม่เข้าใจลักษณะของแรงเสียดทาน
		จ	เข้าใจลักษณะของแรงเสียดทานจากัดเฉพาะการ เคลื่อนที่
	2	ก	ไม่เข้าใจผลการกระทำของแรงเสียดทาน
		ข	มีความเข้าใจในสภาวะของสมดุล
		ค	ไม่เข้าใจกฎข้อ 3 ของนิวตัน
		ง	เอาแรงสองแรงที่อยู่คนละแกนและไม่ทราบค่ามาเปรียบเทียบกัน
		จ	ชอถูก
	3	ก	ไม่เข้าใจสภาวะสมดุล
		ข	เข้าใจผิดว่า $\Sigma F = 0$ นำเอากฎข้อ 1 ของนิวตันมาพิจารณา
		ค	ชอถูก
		ง	ขาดความเข้าใจในผลเนื่องจากแรงเสียดทาน
		จ	ไม่เข้าใจในสภาวะสมดุลความแกน
	4	ก	ขาดทักษะการนำเอาผลของแรงเสียดทานมาใช้
		ข	เข้าใจในผลของแรงเสียดทานแต่ไม่สามารถบอกได้หมด
		ค	ไม่มีความเข้าใจกฎข้อ 3 ของนิวตัน
		ง	ชอถูก
		จ	มีความสับสนในการรวมแรงของระบบที่พิจารณา
	5	ก	ไม่เข้าใจความหมายของแรงเสียดทาน
		ข	ชอถูก

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อใดที่ถูกต้อง
		ก ง จ	เข้าใจว่าสถาบันกล่มมีความหมายเหมือนกัน แบ่งชนิดของแรงเสียดทานโดยอาศัยความมากน้อย เหมือนข้อ ง
	6	ก ข ค ง จ	เข้าใจว่าเมื่อเริ่มเคลื่อนที่ไ้แรงมากกว่าขณะเคลื่อนที่ ขอลูก เข้าใจว่าแรงที่ถ่วงเมื่อเริ่มเคลื่อนที่เริ่มมากกว่าแรงที่ไ้ไว้ เข้าใจว่าแรงที่ไ้เท่ากันตลอด ไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับแรงที่ไ้กระทำต่อน้ำหนัก
	7	ก ข ค ง จ	ขอลูก ขาดทักษะในการแปลความหมายกราฟ และสถานะสมดุลในการเคลื่อนที่ ขาดทักษะในการแปลความหมายกราฟ เหมือนข้อ ก เหมือนข้อ ก และไร้นัยของน้ำหนัก
	8	ก ข ค ง จ	ขาดทักษะในการแปลความหมายกราฟ เหมือนข้อ ก จะไม่เข้าใจสภา, สมดุลครึ่งลูกทอย ขาดทักษะในการใช้หน่วย ขอลูก ไม่มีความเข้าใจในเรื่องกราฟ
	9	ก ข ค	ขาดทักษะในการแปลความหมายจากกราฟ ไม่เข้าใจสัณพระสิทธิ์ของแรงเสียดทาน ขาดความเข้าใจในนิยามของแรงเสียดทาน

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ง	ข้อถูก
		จ	น้ำเอาน้ำหนักของวัตถุหารด้วยแรงที่ใช้ถึงขณะเคลื่อนที่
	10	ก	ขาดทักษะในการกีดคำนวณ
		ข	ขาดทักษะในการแปลความหมายจากกราฟ
		ค	ข้อถูก
		ง	นำเอาน้ำหนักของวัตถุหารด้วยแรงที่ใช้ถึงเมื่อเริ่มเคลื่อนที่
		จ	นำเอาแรงที่ใช้ถึงเมื่อเริ่มเคลื่อนที่หารด้วยน้ำหนักของวัตถุ
	11	ก	เอาน้ำหนักหารด้วยแรงที่ใช้ถึงเมื่อเริ่มเคลื่อนที่
		ข	ข้อถูก
		ค	เอาแรงที่ใช้ถึงเมื่อเริ่มเคลื่อนที่หารด้วยแรงที่ใช้ถึงขณะเคลื่อนที่
		ง	เอาแรงที่ใช้ถึงคูณด้วยน้ำหนักของวัตถุ
		จ	เอาแรงที่ใช้ถึงขณะเคลื่อนที่คูณด้วยน้ำหนักของวัตถุ
	12	ก	ขาดทักษะในการแปลความหมายจากกราฟ
		ข	ข้อถูก
		ค	เอาน้ำหนักของวัตถุหารด้วยแรงที่ใช้ถึงขณะเคลื่อนที่
		ง	นำเอาแรงและน้ำหนักมาลบกัน
		จ	นำเอาแรงที่ใช้ถึงคูณกับน้ำหนักของวัตถุ
	13	ก	ไปเข้าใจวิธีการหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
14	ก	ข	ขาดความเข้าใจในเนื้อหาของของแฉกเกอร์
		ข	ข้อถูก
		ก	ขาดทักษะในการแยกแยะ
		ง	ไม่เข้าใจในหลักการแยกแยะ
		จ	มีความสับสนในลักษณะของพื้นราบเรียบ โดยเข้าใจว่า $\mu \neq 0$
15	ก	ข	ยึดกฎเกณฑ์ ประยุกต์ใช้ไปเป็น
		ข	เข้าใจระบบสองกลุ่มแต่พิจารณาเฉพาะลักษณะโจทย์บ่งชี้ว่า m_1 เลื่อนลง
		ก	เหมือนข้อ ข แต่แยกแรงฝึก
		ง	ข้อถูก
		จ	เข้าใจระบบแต่แยกแรงฝึก
16	ก	ข	ข้อถูก
		ข	ขาดความเข้าใจในความหมายของแรงเสียดทาน (ใช้ μ อย่างเดียว ไม่ใช้ μ_s)
		ก	เข้าใจนิยามของแรงเสียดทานผิด
		ง	ไม่เข้าใจสูตรการหาแรงเสียดทาน
		จ	เหมือนข้อ ง
7	1	ก	เข้าใจในเรื่องของสมการของการเคลื่อนที่ แต่ไม่เข้าใจในเรื่องสมการของการหมุน
		ข	ไม่เข้าใจเรื่องของสมการ
		ก	เหมือนข้อ ข
		ง	ข้อถูก

ตาราง 11 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		จ	เหมือนข้อ ข
	2	ก ข ค ง จ	ขาดทักษะในการแสดงผลของสมการคูณ ไม่เข้าใจสภาพสมการ เหมือนข้อ ก ข้อถูก เหมือนข้อ ก
	3	ก ข ค ง จ	ขาดทักษะในการแสดงผลของสมการคูณ ไม่เข้าใจสภาพสมการ เหมือนข้อ ก ข้อถูก เหมือนข้อ ก
	4	ก ข ค ง จ	ใช้เหตุผลไม่ถูกต้อง ข้อถูก เข้าใจลักษณะของแรงที่กระทำอธิบายไม่ครอบคลุม ไม่เข้าใจลักษณะของแรงที่กระทำ เหมือนข้อ ง
	5	ก ข ค ง จ	ไม่เข้าใจวิธีหาหน่วยให้เป็นหน่วยเดียวกัน ไม่เข้าใจหลักของโมเมนต์ของแรงคู่ควบ เหมือนข้อ ข ข้อถูก เหมือนข้อ ข และใช้หน่วยผิด

จากการาง 11 เป็นตารางแสดงจุดบกพร่องรายการข้อสอบในแบบทดสอบ
 วินิจัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งผู้วิจัยได้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณาจุดบกพร่อง โดยใช้
 แบบทดสอบเพื่อสำรวจประการพิจารณา

2.8 ความเชื่อมั่นในการวินิจัย

ผู้วิจัยได้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบข้อสอบฝึกเพื่อหาสาเหตุของ
 ความบกพร่องผลปรากฏว่านักเรียนที่ทำข้อสอบฝึกส่วนใหญ่มีสาเหตุของความบกพร่อง
 ตรงกับแบบวินิจัย ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับนี้สามารถวินิจัยความบกพร่อง
 ได้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับย่อย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ (ว.021) ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานการศึกษาเอกชน ในจังหวัดนครนายกและปราจีนบุรี จำนวน 13 โรงเรียน ห้องเรียนทั้งหมด 16 ห้องเรียน คิดเป็นนักเรียนทั้งหมด 650 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ประกอบด้วยแบบทดสอบ 7 ฉบับดังนี้คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง มวล แรง

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง

ที่กระทำมุมต่อกัน

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง จุดศูนย์กลางของมวล

และจุดศูนย์กลางของวัตถุ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง โบนัส สบกุลต่อการทุน
และโบนัสของแรงกล้า

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง แรงเสียดทาน

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นฉบับที่วัดเรื่อง สภาพสุขภาพ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่เรียนวิทย์ฟิสิกส์ (ว 021) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบทดสอบ
ครบทั้ง 7 ฉบับ การนำแบบทดสอบไปสอบแต่ละครั้งได้ดำเนินการดังนี้

นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจครั้งที่ 1 ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 110 คน
เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบในแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

การทดสอบเพื่อสำรวจในครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ได้รับ
กลับมาปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 1 แล้วทั้ง 7 ฉบับ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 125 คน
เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมความคิดเห็นเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในขั้นต่อไป

การทดสอบครั้งที่ 1 นำข้อบกพร่องจากการทดสอบเพื่อสำรวจในครั้งที่ 2
นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบเลือกตอบอีก 5 ตัวเลือก แล้วนำแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 174 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ และกัข้อสอบ
ที่อยู่ในเกณฑ์ไปทดสอบครั้งที่ 2

การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน
ทั้ง 7 ฉบับ ที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 คน
เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ แบบทดสอบ และวิเคราะห์จุดบกพร่อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ
 - 1.1 หาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 1.2 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
2. การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติทั้งนี้
 - 2.1 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 2.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 2.3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 2.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 2.6 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
 - 2.7 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัย

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ในการทดสอบแต่ละครั้งสรุปได้ดังนี้

- 1.1 การทดสอบครั้งที่ 1

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ค่าความยากตั้งแต่ .19 - 63

แบบทดสอบฉบับที่ 2	ค่าความยากตั้งแต่	.16 - .61
แบบทดสอบฉบับที่ 3	ค่าความยากตั้งแต่	.13 - .70
แบบทดสอบฉบับที่ 4	ค่าความยากตั้งแต่	.24 - .59
แบบทดสอบฉบับที่ 5	ค่าความยากตั้งแต่	.16 - .69
แบบทดสอบฉบับที่ 6	ค่าความยากตั้งแต่	.40 - .70
แบบทดสอบฉบับที่ 7	ค่าความยากตั้งแต่	.13 - .70
1.2 การทดสอบครั้งที่ 2		
แบบทดสอบฉบับที่ 1	ค่าความยากตั้งแต่	.52 - .73
แบบทดสอบฉบับที่ 2	ค่าความยากตั้งแต่	.50 - .80
แบบทดสอบฉบับที่ 3	ค่าความยากตั้งแต่	.50 - .84
แบบทดสอบฉบับที่ 4	ค่าความยากตั้งแต่	.52 - .71
แบบทดสอบฉบับที่ 5	ค่าความยากตั้งแต่	.50 - .75
แบบทดสอบฉบับที่ 6	ค่าความยากตั้งแต่	.50 - .59
แบบทดสอบฉบับที่ 7	ค่าความยากตั้งแต่	.50 - .73

2. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ จากตารางวิเคราะห์ผลการสอบทั้งสองครั้งได้ค่าอำนาจจำแนกสรุปได้ดังนี้

2.1 การทดสอบครั้งที่ 1		
แบบทดสอบฉบับที่ 1	ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.00 - .55
แบบทดสอบฉบับที่ 2	ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.00 - .49
แบบทดสอบฉบับที่ 3	ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.05 - .38
แบบทดสอบฉบับที่ 4	ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.15 - .54
แบบทดสอบฉบับที่ 5	ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.00 - .43

แบบทดสอบฉบับที่ 6	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .34
แบบทดสอบฉบับที่ 7	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .45
2.2 การทดสอบครั้งที่ 2	
แบบทดสอบฉบับที่ 1	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .58
แบบทดสอบฉบับที่ 2	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .17 - .61
แบบทดสอบฉบับที่ 3	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .43
แบบทดสอบฉบับที่ 4	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .13 - .40
แบบทดสอบฉบับที่ 5	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .41
แบบทดสอบฉบับที่ 6	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .17 - .50
แบบทดสอบฉบับที่ 7	ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 - .64

3. ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับมีคะแนนเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้คือ 4.3040, 4.8117, 12.5625, 5.04167, 6.2250, 8.4167, และ 2.8802 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเรียงลำดับดังนี้ 1.1293, 1.9123, 2.7905, 1.2995, 2.1197, 2.9659 และ 1.2997 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเรียงลำดับดังนี้คือ .63, .68, .60, .67, .76, .60 และ .60 สำหรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัดมีค่าเรียงลำดับดังนี้คือ .6869, 1.0818, 1.7649, .7465, 1.0384, 1.8758 และ .7579

4. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา คือผู้ที่สอนวิชาฟิสิกส์ (7.021) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้วอย่างน้อย 2 ปี

จำนวน 8 คนเป็นนิสิตวาริชคดี โดยใช้แบบทบทวนรายการตามวิธีของ โรวีย์เบลล์ และแอมเบิ้ล ใน ซึ่งผลการตรวจสอบระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ปรากฏว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีความครอบคลุมเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม จึงแสดงว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 1 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ มีค่าตั้งแต่ .13 - .70 จะเห็นได้ว่าค่าความยากกระจายกว้าง แก่ข้อสอบส่วนใหญ่ อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือมีความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แต่ทั้งนี้ยังมีข้อสอบที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้แก่ แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 2 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 6 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 2 ข้อ รวมแล้วมีข้อสอบที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทุกฉบับรวม 10 ข้อจากข้อสอบทั้งหมด 91 ข้อ การที่ข้อสอบต่ำกว่าเกณฑ์ถึง 16 ข้อนี้เนื่องมาจากการวิเคราะห์แบบทดสอบเลือกตอบครั้งแรกซึ่งยังไม่ได้ปรับปรุงเกี่ยวกับตัวเลือกว่าก่อน และการทดสอบเพื่อหาการวิจัยนี้ได้กระทำหลังจากเก็บได้เรียบร้อยแล้วและมีระยะทิ้งช่วงเป็นเวลานาน จึงมีข้อสอบที่ไม่ถึงเกณฑ์ถึง 16 ข้อออก แล้วนำแบบทดสอบที่เหลือทั้ง 7 ฉบับจำนวนทั้งหมด 75 ข้อไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏได้ค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .50 - .84 ซึ่งแบบทดสอบทุกข้อมีค่าความยากตรงตามต้องการ คือมีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ .50 ทุกข้อ แสดงว่าข้อสอบทุกข้อค่อนข้างง่าย เพราะได้ผ่านการคัดเลือกวิเคราะห์ปรับปรุงจนมีคุณภาพตามต้องการแล้ว แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความยากอยู่ในเกณฑ์ตรงกับแบบทดสอบวินิจฉัยที่เกสสร้างมาเช่น อุไรวรรณ ทศนบุกร

(อุไรวรรณ หัตถมนุตร 2523 : 106 - 107) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียน เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .95 ในที่เดียวกันนี้ สุขุม มูลเมือง (สุขุม มูลเมือง 2523 : 59 - 60) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93 กอบา วรณที สุทธิพิธานนท์ (วรณที สุทธิพิธานนท์ 2524 : 119 - 120) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .97 ซึ่งสอดคล้องกับ อคัม และเทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson, 1964 : 462) และบลูม (Bloom, 1971 : 91 - 92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า ข้อสอบแต่ละข้อควร เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

2. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 1 ได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับตั้งแต่ .00 - .55 ซึ่งข้อสอบทุกข้อสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วนำแบบทดสอบที่ได้รับการคัดเลือกตามเกณฑ์ไปทดสอบในครั้งที่ 2 ปรากฏว่าได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .61 ซึ่งข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ก็มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้สร้างขึ้นมาแล้วคือ สุขุม มูลเมือง (สุขุม มูลเมือง 2523 : 59 - 66) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .64 ส่วน อุไรวรรณ หัตถมนุตร (อุไรวรรณ หัตถมนุตร 2523 : 106 - 107) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .89 และสกรี คันสุญญลักษณ์ (สกรี คันสุญญลักษณ์ 2525 : 89) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .61 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้งเจ็ดฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการสร้าง

แบบทดสอบวินิจัยที่ อนาสตาซิ (Anastasi. 1968 : 404) ได้กล่าวถึง
แบบทดสอบวินิจัยว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อแยกแยะความสามารถของนักเรียน
แต่ละบุคคลว่าเก่งหรืออ่อน และบอกถึงสาเหตุของความสามารถนั้นได้ด้วย และสอดคล้อง
กับบลม (Bloom. 1971 : 91 - 92) ที่กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบ
ทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานเพื่อหาวิธีการเรียนรู้
ใช้คิดแยกแยะ เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ้ำ

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ
ในการสอบครั้งที่ 2 โดยใช้สูตรปรับแก้วิเคราะห์ความแปรปรวนของไวเนอร์
(Lovett . 1979 : 239 - 251 อ้างจาก Winer. 1971) ผลปรากฏว่าค่า
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ มีค่าตั้งแต่ .60 - .76 ซึ่งแบบทดสอบ
ที่มีค่าความเชื่อมั่น .60 ก็ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 6 แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงสุด
ก็แบบทดสอบฉบับที่ 5 โดยมีค่าความเชื่อมั่น .76 ซึ่งแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ
มีค่าความเชื่อมั่นสอดคล้องกับของอุทัยวรรณ นิลยกานนท์ (อุทัยวรรณ นิลยกานนท์
2526 : 142) หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทักษะในการอ่านภาษาไทย
เรื่องการอ่านค่า ได้ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .6034 - .9140 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบ
วินิจัยทั้งเจ็ดฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น

4. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตามวิธีของโรวินELLI
และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) จากผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน
ซึ่งเป็นครูที่สอนวิชาฟิสิกส์ (2.021) มาแล้วอย่างน้อย 2 ปี ปรากฏว่าข้อสอบที่
สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องกับ อาห์แมน และคล็อก
(Ahmann and Clock . 1967 : 364 - 365) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบ
วินิจัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

5. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ
จากผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวลองในแง่ข้อของข้อถาม

ในระบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ ผู้วิจัยได้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเนื้อหาการตอบ
ของนักเรียนที่ตอบผิดจากการสอบเพื่อสำรวจครั้งที่ ๑ มาร่วมกับพิจารณา ปรากฏว่า
ตัวเลือกแต่ละข้อมีจุดบกพร่องแตกต่างกัน มีข้อคล้อยลงกับถากถางของ กรอนลันด์
(Gronlund . 1976 : 139) และ สิงห์ (Singha . 1976 : 201) ที่กล่าวว่า
แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการ เรียนเป็นแบบทดสอบที่จะวัดเรื่องที่เรียนซ่อมเสริม
ได้ตรงกับจุดบกพร่องนั้น

6. คะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ

ผู้วิจัยหาเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับโดยอาศัยหลักของ
ความน่าจะเป็นที่นักเรียนซึ่งมีผลบรรทัดฐานชั้นต่ำสุดที่จะยอมรับได้ตอบข้อสอบถูก (บุญเชิด
ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 171 - 172 อ้างจาก Angoff. 1971) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ
ทั้ง 8 ท่านพิจารณา แบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับมีคะแนนเกณฑ์
อยู่ระหว่าง 58.125 - 78.87 เปอร์เซนต์ ซึ่งเกณฑ์ที่ได้ผู้วิจัยได้หาการทดสอบเกณฑ์
ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยนำผู้ที่มีานเกณฑ์และไปผ่านเกณฑ์มาทดสอบความรอบรู้และ
ไม่รอบรู้โดยการสัมภาษณ์ หาแบบฝึกหัด ปรากฏว่าได้ผลตามเกณฑ์ที่วางไว้ทุกฉบับ
ซึ่งเกณฑ์ที่ได้ได้ผลใกล้เคียงกับผลงานวิจัยของมิลล์แมน และคณะ (Linn . 1978 :
304 citing Millman and others . n.d:Unpaged) ที่ได้ร่วมกับพิจารณา
กำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเนื้อหาวิชาอ่านภาษาอังกฤษ และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้เกณฑ์ 55 และ 75 เปอร์เซนต์ตามลำดับ จากเกณฑ์
ที่ผู้วิจัยหาได้นี้จึงเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ตัดสินผลการเรียนได้จริง

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล มุ่งเน้นเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ (ว.021) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์แบบทดสอบนี้ไปใช้ตรวจสอบความบกพร่องในการเรียนของของนักเรียน แต่การสร้างนั้นมีเวลาที่ใช้ในการศึกษากันกว่าจากัด ดังนั้นประชากรและกลุ่มตัวอย่างจึงใช้เพียง 2 จังหวัดเท่านั้นคือจังหวัดนครนายก และจังหวัดปราจีนบุรี ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่เสนอแนะดังนี้

1. ด้านการนำไปใช้

1.1 แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้สำหรับักเรียน ที่มีระดับศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดนครนายกและปราจีนบุรีเท่านั้น ดังนั้นถ้าจะนำไปใช้ในจังหวัดอื่นควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาเหตุผลใหม่

1.2 การสอบควรสอบหลังจากที่นักเรียนเรียนจบเนื้อหาบทหนึ่ง ๆ

1.3 ผู้ดำเนินการสอบควรดำเนินการตามเครื่องมืออย่างเคร่งครัด

1.4 ควรให้นักเรียนทราบผลการสอบอย่างรวดเร็ว และครูผู้สอนควรจัดสอนซ่อมเสริม ให้นักเรียนตามจุดบกพร่องนั้น เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์นี้ ในประเทศไทย ยังไม่มีผู้สร้างขึ้นรวมทั้งในสาขาอื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรมีการวิจัยและสร้างขึ้นเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญาในการเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอีก

2.2 ควรขยายขอบเขตการวิจัยให้กว้างขึ้น เป็นระดับเขตการเกณฑ์หรือระดับประเทศ เพื่อประโยชน์ทางด้านการนำไปใช้

2.3 การสร้างนั้นควรได้มีการตรวจสอบความบกพร่อง ถึงเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นว่า วินิจัยได้ตรงตามแบบวินิจัยหรือไม่

2.1 ในการหาตัวประกอบของจำนวนเฉพาะที่เขียนในรูปกำลังสอง เราพบว่าตัวประกอบนั้นสามารถหาได้โดยวิธีที่ง่ายกว่าวิธีที่กล่าวถึงข้างต้น

2.5 การได้มาซึ่งการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบข้อเขียน ๆ ขึ้นมา เราสามารถใช้วิธีที่ง่ายกว่าวิธีที่กล่าวถึงข้างต้น

บรรณานุกรม

ชวาล แพร่กกุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 วัฒนาพาณิช 2518, 434 หน้า

บุญชม ศรีสะอาด "แบบทดสอบวินิจฉัย" วารสารการวัดผลการศึกษา :

9 - 23 พฤษภาคม - สิงหาคม 2523

บุญเชิด วิญญูชนันตพงษ์ การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ ภาค

วิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ

2526 235 หน้า

พิทักษ์ รัชชา.ล.เดช การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 82 หน้า

พรชัย พชรินทร์ตะกุล "เสถียรธรรม" วิทยาทาน 56 : 554 - 561

สิงหาคม 2525

รายงานการสัมมนาศึกษานิเทศก์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ส่วนกลางและเขตการศึกษา

เมื่อ 22 - 26 มีนาคม 2525 ณ โรงเรียนปรีดิตรรมวัดสุวรรณมรรพต

อ. เบื้อง จ. นครสวรรค์ 2525 อักสำเนา

วอน สายยศและอังคณา สายยศ สถิติวิทยาการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 2522,

276 หน้า

วิชากร, กรม ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ โรงพิมพ์วิศดอร์

2525, 165 หน้า

—————สำนักงานทดสอบทางการศึกษา โครงการประชุมปฏิบัติการเพื่อปรับปรุง

และส่งเสริมคุณภาพการวัดผลและการประเมินผลการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เอกสารชุดที่ 1 ม.ป.ป. อักสำเนา

—————สำนักงานทดสอบทางการศึกษา โครงการประชุมปฏิบัติการเพื่อปรับปรุง

และส่งเสริมคุณภาพการวัดผลและการประเมินผลการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เอกสารชุดที่ 2 ม.ป.ป. อักสำเนา

วิชาการ, กรม สำนักงานทดสอบทางการศึกษา โครงการประชุมปฏิบัติการ เพื่อ
ปรับปรุงและส่งเสริมคุณภาพการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา ระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย เอกสารชุดที่ 3 ม.ป.ป. อักสำเนา

_____ สำนักงานทดสอบทางการศึกษา การประเมินผลการศึกษา
โรงพิมพ์การศาสนา 2521, 106 หน้า

_____ คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
พุทธศักราช 2524 เอกสารชุดที่ 2 / 2524, อักสำเนา

วิรัช นิยมเนียม การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก ปรินิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประสานมิตร 2525, 193 หน้า
อักสำเนา

วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น สำนักพิมพ์สกุลไชย
2517, 172 หน้า

วรรณที ชุณหวิธานนท์ การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
โพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษา 4
กรุงเทพมหานคร ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2524, 172 หน้า อักสำเนา

ศึกษานิเทศการ, กระทรวง กรมวิชาการ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524
กรุงเทพมหานคร อมรินทร์การพิมพ์ 2523

_____ คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 กรุงเทพมหานคร
รุ่งศิลป์การพิมพ์ 2523

_____ แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 (ว 021) โรงพิมพ์คุรุสภา 2524
81 หน้า

_____ คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 (ว 021) โรงพิมพ์คุรุสภา 2524,
215 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง คู่มือประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
พุทธศักราช 2524 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์การศาสนา 2523
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี "การปรับปรุงข้อสอบและการ
จัดสิ้นผลการเรียน" วารสารการพัฒนการศึกษา 3 : 81 - 102 พฤษภาคม
ถึง สิงหาคม 2524

สํานักศึกษา, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์เขตการศึกษา 12 แนวการสอนวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เอกสารฉบับที่ 2/2526, 151 หน้า อักสาเนา
สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ "บทบาทของการพัฒนการศึกษา" พัฒนาวิทย์ 7 : 48-52
2524

สมศักดิ์ สันธะระเวช แบบทดสอบวินิจัย 2522, 7 หน้า อักสาเนา
_____ จุดมุ่งหมาย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และการเขียนข้อสอบตาม
จุดประสงค์ ม.ป.ป. 76 หน้า อักสาเนา

สุชุม มูลเมือง การสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนทฤษฎี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครพนม ปรินญาพันธ์ กต.ก.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประสานมิตร 2523, 106 หน้า อักสาเนา
อนันต์ จันทร์แก้ว ผลการใช้ค่าคงของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติ ของนักเรียน ม.ศ.2 และ ม.2 ปรินญาพันธ์ กต.ก.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อักสาเนา
อนันต์ ศรีโสภา การพัฒนาการทดสอบ จุฬารัตน์การพิมพ์ 2515, 199 หน้า
_____ การวัดและการประเมินผลการศึกษา ไทบวิวัฒนาพานิช 2524,
251 หน้า

_____ เทคนิคการวัดตัวอย่าง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร 2524, 300 หน้า

อํานวย เลิศยัณตี คู่มือการ สร้างและการประเมินผลการศึกษา กรุงเทพมหานคร
อํานวยการพิมพ์ ม.ป.ป., 257 หน้า

อุไรวรรณ หัสนบุตร การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียน เรื่อง
เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ ปริญญาโท
กศ.ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประถมมิตร 2523, 185 หน้า
อค์สาเนา

- Adams, Georgia S. and Thodose L. Torgerson. Measurement and Evaluation in Education on Psychology and Guidance. New York, Rinehart and Winston, 1964. 654 P.
- Ahmann, Stanley J. and Marvin D. Glick. Evaluating Pupil Growth Principle of Tests and Measurement. 3rd ed., Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1967. 605 P.
- Anastasi, Anne, Psychological Testing. 3rd ed. London, Macmillan, 1968. 665 P.
- Atkinson, Smith Krouse. The Educator's Encyclopedia. New York, Prentice Hall, Engle Wood Cliff, 1961. 914 P.
- Australian Council for Educational Research Chemistry Diagnostic Tests. 1975, Unpaged.
- Bloom, Benjamin S. Hand Book on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York. Mc Graw - Hill, 1971. 923 P.
- Brennan, R.L. "A Generalized Upper - Lower Item Discrimination Index," Educational and Psychological Measurement. 32 289-303 Summer 1972.
- Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement. Engle Wood Cliffs, New Jersey, Practice - Hall, 1965. 481 P.
- Gronlund, Noyman E. Measurement and Evaluation in Teaching. New York, Macmillan Publishing Co., Inc., 1976. 590 P.

- Gropper, George L. "A Technology for Developing Instructional Materials Vol3. Hand Book Part F , Develop Diagnostic and Evaluation Test," Research in Educational. 9 145, October, 1974.
- Lindquist, Everet Franklin. Educational Measurement. Washington, D.C., American Council on Education, 1966. 819 P.
- Lovett, Hubert T. " The Effect of Violating The Assumption of Equal Item Mean in Estimating the Livingston Coefficient," Educational and Psychological Measurement 38 239 - 251, Summer 1978.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmen. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York, Rinehart and Winston, 1973 718 P.
- Noll, Victor H. Introduction to Education Measurement Boston, Houghton Mifflin Company, 1965. 509 P.
- Panyé, David A. The Specification and Measurement of Learning Outcome. Waltham, Blaisdell, 1968. 209 P.
- Singha, H.S. Modern Educational Testing. New Delhi, Sterling Publishing, 1974. 228 P.
- Thorndike, Robert Ladd and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 3rd ed., New York, Wiley, 1969. 705 P.
- UNESCO Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. UNESCO Bangkok, 1978.
- Wilson, N.L. Physics Readiness Diagnostic Test. 1967, Unpaged.

הרעפארט

ภาคผนวก ก

คู่มือดำเนินการ สอบแบบทดสอบวินัยข้อบกพร่องในการ เรีบบ
วิชาฟิสิกส์

คู่มือดำเนินการ สอบ
แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง
และสภาพสมดุล

ความมุ่งหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อให้ครูตรวจสอบและค้นหาจุดบกพร่องในการเรียน เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล เพื่อใช้สอนซ่อมเสริมและปรับปรุงการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดนครนายกและจังหวัดปราจีนบุรี แบบทดสอบชุดนี้แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยเจ็ดฉบับดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มวล แรง

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำมุมตอกกัน

แบบทดสอบฉบับที่ 3 สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง

แบบทดสอบฉบับที่ 4 จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 โมเมนต์ สมดุลต่อการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 แรงเสียดทาน

แบบทดสอบฉบับที่ 7 สภาพสมดุล

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความรู้ ความสามารถในการอธิบายความหมายของ มวล แรง และการใช้หน่วยของ มวล แรง แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 7 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยคำถามที่วัดความรู้ ความสามารถในการคิดคำนวณ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อถูกแรงกระทำ ทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุ ในลักษณะต่าง ๆ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความสามารถในการอธิบาย วัฏจักรของสมมูล การเปลี่ยนแปลงของวัตถุ ลักษณะของแรงที่กระทำไว้วัตถุ อยู่ในสภาวะสมดุล เงื่อนไขของการสมดุล การเขียนรูปสามเหลี่ยมแรงที่กระทำไว้วัตถุ อยู่ในสภาวะสมดุล การแตกแรงที่กระทำไว้วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล การถักถนอวหาแรงที่กระทำไว้วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแสดงการหาจุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุ และสาขารอธิบาย การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงมากระทำผ่านจุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุได้ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความรู้ ความสามารถในการถักถนอวหา เกี่ยวกับโมเมนต์ และอธิบายเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงที่กระทำได้ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 11 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความรู้ ความสามารถในการอธิบายความหมายของแรงเสียดทาน จาแนกชนิดของแรงเสียดทาน การอ่านกราฟ การถักถนอวหาประสิทธิภาพของแรงเสียดทานจากกราฟ และการถักถนอวหาประสิทธิภาพของแรงเสียดทานโดยวิธีอื่นๆ เป็นต้น แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 16 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 7 แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความรู้ และความสามารถในการอธิบายเกี่ยวกับสภาวะสมดุลที่สมบูรณ์ และนำเรื่องสภาวะสมดุลไปอธิบาย การทำงานของเครื่องมือบางอย่าง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง

และสภาพส่วนบุคคล ชุมนี้ ใช้ส้อมเพื่อค้นหาว่านักเรียนมีจุดบกพร่องที่จุดใด และมีสาเหตุที่
มาพร้อมในคามใดบ้าง เพื่อประโยชน์ในการ ควบคุมเสริมและปรับปรุงการเรียนการสอน
แบบทดสอบ เครื่องมือนี้จะแนบกับเริ่มเป็นหัวข้อของนักเรียนแต่ละคน และแนวรวมของนักเรียน
แต่ละคนไว้ว่าความเป็นนัก เพราะแบบทดสอบชุดนี้ไม่ได้มุ่งหมายเพื่อหาคะแนนของนักเรียน
มาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นแบบทดสอบชุดนี้จึงสามารถนำไปทดสอบกับนักเรียนได้ทั้งบุคคล
และเป็นกลุ่ม เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยว่านักเรียนนั้นมีความบกพร่องอย่างไร และเกิดจาก
อะไร การค้นหาสาเหตุบกพร่องจะได้จากแนววินิจฉัยซึ่งผู้วิจัยหาไว้เป็นรายข้อ

การพัฒนาแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์นี้ ผู้วิจัยสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2526
และสร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2527 กลุ่มตัวอย่างในการสร้างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
ปีการศึกษา 2526 ในจังหวัดนครนายกและจังหวัดปราจีนบุรี ในครั้งแรกสร้างแบบทดสอบ
สารวจครั้งที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเก็บคำตอบและแสดงวิธีทำ แล้วนำไปทดสอบ
สารวจครั้งที่ 1 เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อสารวจ และนำไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อสารวจ
ข้อบกพร่องของนักเรียนแล้วนำคำตอบของนักเรียนมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัย สิ่ง
เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ท่อจากนั้นนำไปทดสอบอีก 2 ครั้ง โดยสอบ
ครั้งที่ 1 เมื่อถักเลือกข้อสอบของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ แล้วนำไปสอบครั้งที่ 2
เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ โดยหาคะแนนเกณฑ์ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสถิติ
สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง และวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการตอบผิดของ
นักเรียนในแต่ละตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ

คุณภาพของแบบทดสอบ

1. คุณภาพของข้อสอบรายข้อ หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบคำนวณโดย
ใช้สูตรอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ คำนวณโดยใช้สูตร เปรนแนน ผลปรากฏ

ว่าค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง ๖ วิชา มีค่าใกล้เคียง
แสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบ
วินิจฉัยทั้ง ๖ วิชา

ฉบับที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	.52 - .73	.11 - .58
2	.50 - .80	.17 - .61
3	.50 - .84	.15 - .43
4	.52 - .71	.13 - .40
5	.50 - .75	.15 - .41
6	.50 - .59	.17 - .50
7	.50 - .73	.27 - .64

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนน
ของนักเรียนแต่ละคน โดยใช้สูตรปรับแก้วิเคราะห์ความแปรปรวนของไวเนอร์ ผลปรากฏ
ว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง ๖ วิชา มีค่าใกล้เคียงแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัด
ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ

ฉบับที่	จำนวน ผู้ตอบ	คะแนน เต็ม	คะแนน เก็ได้	คะแนนเฉลี่ย	ความเบี่ยง เบน มาตรฐาน	ความเที่ยง ตรง	ความ เชื่อมั่น	ความเบี่ยง เบนมาตรฐาน ในการวัด	ความ เชื่อถือ ของเก
1	240	7	6	4.3042	1.1293	.911	.63	.6869	11.07
2	240	8	6	4.8417	1.9123	.781	.68	1.0313	9.06
3	240	20	14	12.5625	2.7905	.931	.60	1.7649	8.38
4	240	3	7	5.0417	1.2995	.953	.67	.7465	8.11
5	240	11	6	6.2250	2.1197	.932	.76	1.0384	5.91
6	240	16	9	8.4167	2.9659	.953	.60	1.8758	11.11
7	217	5	4	2.8802	1.2997	.850	.66	.7579	11.50

3. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นคุณสมบัติที่แบบทดสอบสามารถที่จะวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้อง หากได้โดยไร้มอง
ตรวจสอบรายการตามวิธีของ โรวิเบลล์ และ แลงบิลตัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา
8 คน พิจารณาคัดสิน ซึ่งได้รับการยืนยันว่าแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีคุณภาพด้านความ
เที่ยงตรงจริง

เวลาที่ไว้ในการทดสอบ

โดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบวินัยไม่จำกัดเวลาในการสอบ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการหาข้อสอบจกกรมพหุศึกษาทุกประสงค์ จึงจะทำให้การวินัยได้ถูกต้องตรงตามความสามารถของนักเรียน และจะได้แน่ใจว่าการที่นักเรียนบกพร่องไม่เกิดจากการหาข้อสอบไม่ทันจึงใช้การเดา แต่เนื่องจากแบบทดสอบบางฉบับมีจำนวนข้อมากถ้าไม่กำหนดเวลาในการตอบแล้ว การดำเนินการสอบอาจใช้เวลามากเกินไป ดังนั้นในการสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้จับเวลาในการหาของนั้นเรียนที่หาเสร็จเป็นส่วนใหญ่มากเป็นเกณฑ์ในการกำหนดเวลา ดังในตารางที่ 3

ตาราง 3 เวลาที่ไว้ในการทดสอบของแบบทดสอบวินัยทั้ง 7 ฉบับ

ฉบับที่	กาชี้แจง	หาข้อสอบ	รวม
1	3	10	13
2	3	10	13
3	5	27	30
4	3	10	13
5	3	12	15
6	3	20	23
7	3	7	10

วิธีการในการสอบ

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ

1.1 เตรียมแบบทดสอบ และกระดาษคำตอบให้มีมากกว่าจำนวนผู้สอบ เพื่อสำรองไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ไม่ได้แบบทดสอบที่พิมพ์ไม่ชัดหรือกระดาษคำตอบที่ชำรุด

1.2 การเตรียมแบบทดสอบ สำหรับผู้ดำเนินการสอบต้องอ่านและศึกษาคำสั่งแจง วิเคราะห์แบบทดสอบไว้ล่วงหน้าอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินการได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

2. วิธีการในการขอสอบ ปฏิบัติดังนี้

2.1 แจกกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน ให้นักเรียนเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนเอง ตามแบบกำหนดของกระดาษคำตอบ ได้แก่ ชื่อ ชื่อสกุล เลขที่ โรงเรียน ชั้น เป็นต้น

2.2 แจกแบบทดสอบให้นักเรียนทุกคน พร้อมทั้งกำชับนักเรียนว่าอย่างลงมือทำข้อสอบจนกว่าจะไ้รับ คำชี้แจงจนเข้าใจและกรูบอกให้ลงมือทำได้

2.3 อธิบายวิธีทำแบบทดสอบ โดยผู้ดำเนินการสอบอ่านคำสั่งแจง อธิบายตัวอย่างในการตอบ และตัวอย่างข้อสอบ คำชี้แจงที่หน้าบทของแบบทดสอบโดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที

2.4 เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบอย่างดีแล้ว ผู้ดำเนินการสอบบอกให้นักเรียนลงมือทำแบบทดสอบได้

2.5 ในขณะที่นักเรียนทำข้อสอบผู้ดำเนินการสอบควรเดินตรวจดูว่านักเรียนเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนครบถ้วนหรือไม่ และเขียนได้ถูกต้องหรือไม่ ถ้านักเรียนเขียนไม่ครบ หรือไม่เข้าใจในวิธีการตอบ ก็ให้ชี้แจงเป็นรายบุคคลและที่สำคัญคืออย่างให้นักเรียนมีโอกาสซักถามหรือปรึกษากันเป็นอันขาด

2.6 เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมดผู้ดำเนินการสอบควรเตือนนักเรียนอีกครึ่งหนึ่ง โดยบอกเวลาที่เหลือให้นักเรียนทราบเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทำข้อสอบอย่างตั้งใจ

5. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลาสอบ

เมื่อนักเรียนบนโต๊ะสอบหมดเวลาเสร็จ ให้นำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งให้กรรมการคุมสอบ

การตรวจให้คะแนนและการวินิจฉัย

1. นากระดามาคัดของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนนสำหรับข้อที่ถูก และให้ 0 สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ

2. พิจารณานักเรียนที่ข้อสอบข้อใดผิดในแต่ละแบบทดสอบหรือแต่ละตอนการให้นักเรียนทำข้อสอบผิดนั้นแสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องสำหรับจุดมุ่งหมายเชิงหลักการข้อนั้น (แบบทดสอบฉบับนั้น)

3. เมื่อทราบว่านักเรียนคนใดบกพร่อง ในแบบทดสอบฉบับใดและข้อใด ให้ใช้ตารางวินิจฉัยดูว่านักเรียนตัวเลือกนั้นมีจุดบกพร่องในลักษณะใด

4. ขานผลการวินิจฉัยของนักเรียนแต่ละคนบันทึกลงในใบแจ้งผลการวินิจฉัย ฉบับที่ 1 ระบุเก็บไว้เป็นหลักฐานในการขอเสริมและอีกฉบับหนึ่งแจ้งให้นักเรียนทราบ การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 2

ผู้วิจยแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ฉบับมาวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบในแต่ละข้อว่าการที่นักเรียนตอบผิดนั้นมีจุดบกพร่องเพราะสาเหตุใด โดยมาทดสอบในแบบทดสอบสำรวจประกอบการศึกษาการวิเคราะห์จุดบกพร่องผู้วิจัยได้รวมกันผู้วิจัยวางทางดำเนินการฝึกสอนจำนวน 3 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 วิเคราะห์จุดบกพร่องของ นักเรียนเลือกคอมแบบทดสอบวิทยาศาสตร์

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกว่า	จุดบกพร่อง
1	1	ก	เข้าใจสูตร $M = \rho V$ (V =ความหนาแน่น) แต่เวลาเขียนไม่เอา V มาเกี่ยวกับ
		ข.	แยกความหมายของมวลและน้ำหนักไม่ออกและมองในรูปของกายภาพ
		ก	แยกความหมายของมวลและน้ำหนักไม่ออก
		ง	ข้อถูก
		จ	เข้าใจจากข้อ 1 ไม่ถูกทั้งมวลมาเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของมวล
	2	ก	คิดว่าน้ำหนักเป็นค่าคงที่
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	เข้าใจผิดว่ามวลคือน้ำหนัก แต่หนักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของหน่วยได้
		ง	นิยามความหมายของน้ำหนักไม่ในเรื่องของมวล
		จ	ข้อถูก
	3	ก	ข้อถูก
		ข	เข้าใจหน่วยของมวลผิด
		ก	เข้าใจหน่วยของมวลผิด
		ง	เข้าใจหน่วยของแรงผิด
		จ	เข้าใจหน่วยของแรงผิดและไม่อยู่ในระบบ เอส ไอ

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	4	ก	ข้อถูก
		ข	ขาดความเข้าใจในเรื่องของแรงกระทำและใช้คุณสมบัติของน้ำ ผิด
		ค	ไม่เข้าใจปริมาณของมวลและคุณสมบัติของแรง
		ง	เข้าใจคุณสมบัติของมวลแตกต่างจากความหมายไม่ถูกต้อง และขาดความเข้าใจในคุณสมบัติของแรง
		จ	เข้าใจคุณสมบัติของมวลแตกต่างจากความหมายไม่ถูกต้อง และเข้าใจในคุณสมบัติของแรง
	5	ก	ข้อถูก
		ข	ไม่เข้าใจกฎข้อ 1 และข้อ 2 ของนิวตัน
		ค	ไม่เข้าใจกฎข้อ 3 ของนิวตัน
		ง	ไม่เข้าใจกฎข้อ 2 ของนิวตัน
		จ	เหมือนข้อ ค
	6	ก	ข้อถูก
		ข	ใช้หน่วยของความเร่งผิด
		ค	แทนค่าตัวคูณ 2 ผิด
		ง	ไม่เข้าใจหน่วยของความเร่งหรือสัมประสิทธิ์
		จ	เหมือนข้อ ง

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	7	ก ข ค ง จ	ตอบในลักษณะของเรียงศัพท์ เข้าใจในเรื่องของเรียงขยายตามเข็มนาฬิกาในการแสดงผล เหมือนข้อ ข และใช้หน่วยฝึก ใช้หน่วยของแรงฝึก ข้อถูก
2	1	ก ข ค ง จ	ขาดทักษะในการรวมเวกเตอร์ ข้อถูก เหมือนข้อ ก ไม่เข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์ เหมือนข้อ ก
	2	ก ข ค ง จ	ขาดทักษะในการรวมแรงที่กระทำ ข้อถูก เหมือนข้อ ก ไม่เข้าใจหลักการรวมแรง เหมือนข้อ ง
	3	ก ข ค ง จ	ไม่เข้าใจเรื่องการเลื่อนกาแ่งงที่ทำให้เกิดการหมุน ขาดทักษะในการรวมแรง ข้อถูก ไม่เข้าใจเรื่องสมมูลและการเลื่อนกาแ่งงของเวกเตอร์ เข้าใจผิดในเรื่องของการรวมแรงว่าแนวแรงต้องพบกันหรือ ตัดกัน

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	4	ก	ไม่เข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกันแล้วใช้พีทาโกรัสผิด
		ข	นักเรียนหาเวกเตอร์ทั้งสองมาลบกัน
		ค	ข้อถูก
		ง	เข้าใจในเรื่องการรวมเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกันผิดโดยนำมาบวกต่อกัน
		จ	ขาดทักษะในการแปลงผลคูณสเกลาร์
	5	ก	ไม่เข้าใจเรื่องทิศทางของแรงลัพธ์
		ข	เข้าใจการหาทิศทางของแรงลัพธ์ผิด
		ค	ขาดทักษะในการแสดงผลลัพธ์
		ง	เข้าใจความหมายของ $\tan \theta$ ผิด
		จ	ข้อถูก
	6	ก	เข้าใจความหมายของการหามุมกัน 0 องศาของเวกเตอร์ผิด
		ข	ไม่เข้าใจหลักการรวมเวกเตอร์
		ค	ข้อถูก
		ง	เข้าใจการรวมเวกเตอร์ที่หามุมกัน 0 องศาเป็นหามุม 90 องศา
		จ	ขาดทักษะในการแสดงผลลัพธ์

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
3	1	ก	เข้าใจเรื่องสมมูลสถิติ และไม่เข้าใจความหมายของคำว่าสถิติ
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เข้าใจว่าสมมูลสถิติจะต้องเกิดขึ้นที่เป็นวงกลม
	2	ก	ไม่เข้าใจเรื่องทิศทางของเวกเตอร์และการรวบเวกเตอร์
		ข	ขาดความเข้าใจหลักการรวบเวกเตอร์
		ค	เหมือนข้อ ข
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก
	3	ก	เข้าใจว่าการเคลื่อนที่แล้วหยุดนิ่งยังอยู่ในสถานะของสมดุลจน
		ข	เข้าใจว่าจุดเริ่มก ของการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในสถานะของสมดุลจน
		ค	เข้าใจถูกต้องแต่ขาดการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ตรงจุดที่ต้องการ
		ง	ข้อถูก
		จ	สับสนในความหมายของสมดุลจนและสมดุลสถิต
	4	ก	ตอบไม่ตรงเป้าหมาย
		ข	ข้อถูก
		ค	ไม่เข้าใจผลอันเนื่องมาจากแรงที่มีต่อสภาพสมดุล
		ง	เหมือนข้อ ค และขาดความเข้าใจในลักษณะของสมดุล
		จ	เหมือนข้อ ง
	5	ก	ไม่เข้าใจลักษณะของสภาพสมดุลเนื่องมาจากแรงสามแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	ไม่เข้าใจผลรวมของแรงลัพธ์ ที่ทำให้แรงสามแรงอยู่ในสภาพสมดุล

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องของการรวมแรงที่อาศัยแนวคิดทาง ข้อถูก
	6	ก	ไม่ได้แสดงหลักเกณฑ์สมดุลเบื้องต้นว่าแรงทั้งสาม $\Sigma F = 0$
		ข	มีความเข้าใจแต่ตอบไม่ครบองค์ประกอบ
		ก	ข้อถูก
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องสมดุลเนื่องจากแรงสามแรง
		จ	เหมือนข้อ ง
	7	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องสมดุลของแรงสามแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	ขาดทักษะในการนำไปใช้
		ง	มีความเข้าใจแต่ตอบไม่ตรงวัตถุประสงค์
		จ	ข้อ ถูก
	8	ก	ขาดทักษะการนำไปใช้ในการพิจารณาหาสมดุลของแรงสามแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก
	9	ก	ใช้ขนาดของแรงผิด
		ข	ข้อถูก
		ก	เขียนทิศทางของแรงผิด
		ง	ใช้ขนาดและทิศทางของแรงผิด
		จ	ขาดความเข้าใจในเรื่องการใช้เวกเตอร์แทนแรง

การร่าง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	10	ก ข ค ง จ	ข้อถูก มีความเข้าใจแต่ตอบไม่ตรงวัตถุประสงค์ของโจทย์ กำหนดเขตเตอร์ผิด และไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของโจทย์ เข้าใจวิธีการแต่ใช้ขนาดของแรงผิด เหมือนข้อ ก
	11	ก ข ค ง จ	ให้เหตุผลที่ยังไม่ครอบคลุมชัดเจนทั้งหมด เหมือนข้อ ก ขาดทักษะในการนำไปใช้ เหมือนข้อ ก ข้อถูก
	12	ก ข ค ง จ	ไม่เข้าใจหลักเกณฑ์ของสภาพสมดุล ไม่ได้ชี้ชัดเจกว่าค่าที่ได้นั้นเท่าไร และไม่เข้าใจหลักของสมดุล ข้อถูก ไม่เข้าใจผลของการรวมแรงที่ต้องใช้วิธีการทางเวกเตอร์ ขาดความเข้าใจในเรื่องสมดุลของแรงทั้งสาม
	13	ก ข ค ง จ	ไม่เข้าใจหลักการแตกแรง เหมือนข้อ ก เหมือนข้อ ก มีหลักเกณฑ์แต่ขาดทักษะในเรื่องทิศทางของแรงย่อย ข้อถูก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	14	ก	ไม่เข้าใจหลักการแตกแรง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	มีหลักเกณฑ์แตกต่างจากที่ระบุในเรื่องทิศทางของแรงย่อย
	15	ก	นำเอาขนาดและทิศทางของแรง T_3 มารวมกัน
		ข	นำขนาดของผลรวมของแรงย่อยในแนวแกน y ไปหารขนาดของแรง T_3
		ค	เข้าใจความหมายของโจทย์ผิดและเข้าใจว่า T_3 มีขนาด 3 นิวตัน
		ง	ข้อถูก
		จ	นำแรงย่อยของ T_1 ในแนวแกน y รวมกับแรงย่อยของ T_2 ในแนวแกน x
16			ขาดความเข้าใจในเรื่องของแรงในแนวแกน x และ y กับ การแตกแรง เหมือนข้อ ก แสดงความสัมพันธ์ไม่ตรงตามจุดประสงค์ของโจทย์ต้องการ ข้อถูก ขาดทักษะในการบวนการทางคณิตศาสตร์
17	ก		ขาดความเข้าใจในเรื่องของแรงในแนวแกน x และ y กับ การแตกแรง
	ข		เหมือนข้อ ก
	ค		แสดงความสัมพันธ์ไม่ตรงตามจุดประสงค์ของโจทย์ต้องการ
	ง		ขาดทักษะในการบวนการทางคณิตศาสตร์
	จ		ข้อ ถูก
18	ก		ไม่เข้าใจวิธีการแตกแรง

การวาง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	ไม่เข้าใจเรื่องตรีโกณมิติ
		ง	เหมือนข้อ ค
		จ	ข้อถูก
	19	ก	จากมุมของฟังก์ชันตรีโกณมิติ
		ข	แทนค่าผิด
		ก	ข้อถูก
		ง	ไม่เข้าใจเรื่องการแตกแรง
		จ	แทนค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติผิด
	20	ก	ข้อถูก
		ข	ไม่เข้าใจการแทนค่ามุมในฟังก์ชันตรีโกณ
		ก	เหมือนข้อ ข
		ง	ไม่เข้าใจเรื่องการแตกแรง
		จ	เหมือนข้อ ข
4	1	ก	ใช้วิธีแบ่งครึ่งด้านแล้วลากเส้นขนานกับฐาน
		ข	ข้อถูก
		ก	ใช้เส้นแบ่งครึ่งด้าน, เส้นแบ่งครึ่งมุม และเส้นตั้งฉาก
		ง	ใช้เส้นแบ่งครึ่งมุมมาตัดกัน
		จ	ใช้เส้นตั้งฉาก(ส่วนสูง)มาตัดกัน
	2	ก	ใช้วิธีลากเส้นแบ่งครึ่งด้าน และเส้นแบ่งครึ่งมุมมาพบกัน
		ข	ใช้เส้นแบ่งครึ่งมุมมาตัดกัน

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบก ร่อง
		ค	ใช้เส้นแบ่งกรง์ก้านแล้วลากเส้นขนานกับฐานมาตัดกัน
		ง	ข้อถูก
		จ	ลากเส้นแบ่งกรง์และเง้าฉากกับด้านประกอบมุมฉากไปตัดกัน
	3	ก	ข้อถูก
		ข	เข้าใจเรื่องการเคลื่อนที่แต่ไปมีหลักเกณฑ์ในการตอบ
		ค	ไม่มีทักษะในเรื่องแรงที่กระทำผ่านจุดศูนย์กลางมวล
		ง	เหมือนข้อ ข
		จ	เหมือนข้อ ก
	4	ก	ไม่มีทักษะในเรื่องแรงที่กระทำผ่านจุดศูนย์กลางมวล
		ข	เหมือนข้อ ก
		ค	ข้อถูก
		ง	เหมือนข้อ ก
		จ	เหมือนข้อ ก
	5	ก	เข้าใจหลักของสมดุลแต่ไม่มีหลักเกณฑ์ในการตอบ
		ข	ไม่มีทักษะในเรื่องของจุดศูนย์กลางมวล
		ค	ไม่มีควา เข้าใจในหลักศูนย์กลางมวล
		ง	ขาดทักษะในการหาจุดศูนย์กลางมวล
		จ	ข้อถูก
	6	ก	ไม่เข้าใจวิธีหาจุดศูนย์กลางและนิยาม
		ข	ขาดทักษะในการหาจุดศูนย์กลาง
		ค	ไม่มีหลักเกณฑ์ในการหาจุดศูนย์กลาง

ตาราง 4. (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ขอบกพร่อง
5		ง	ขาดความรู้ในเรื่องจุดศูนย์กลางและจุดศูนย์กลางมวล
		จ	ข้อถูก
		ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องจุดศูนย์กลางและจุดศูนย์กลางมวล
		ข	เข้าใจไขว่เขวในเรื่องของศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง
		ค	เข้าใจผิดในเรื่องจุดศูนย์กลางมวล
		ง	ขาดความเข้าใจในแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลวัตถุ
		จ	ข้อถูก
	1	ก	เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วง แต่บอกลักษณะได้ไม่ชัดเจน
		ข	ไม่เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงว่าต้องมีสองแรง
		ค	อธิบายตำแหน่งของการกระทำของแรงโน้มถ่วงไม่ถูกต้อง
		ง	ข้อถูก
		จ	ให้ความหมายไม่ชัดเจน
	2	ก	ข้อถูก
		ข	เข้าใจทิศทางของโมเมนต์ไม่ถูกต้องและทิศทางของนิโค
		ค	ไม่เอาระยะทางที่แรงกระทำมาคิด
		ง	เข้าใจทิศทางของโมเมนต์ไม่ถูกต้อง และไม่เอาระยะทางมาคิด
		จ	เข้าใจหลักเกณฑ์ของโมเมนต์ผิด
	3	ก	ไม่เข้าใจความหมายของโมเมนต์
		ข	มีความสับสนในการหาค่าโมเมนต์
		ค	ไม่เอาระยะทางที่แรงกระทำมาคิด
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	4	ก ข ค ง ว	ไม่มีทักษะในการแปลความหมายนิยามโมเมนต์ เหมือนข้อ ก แปลความหมายไม่ถูกต้อง สับสนเกี่ยวกับแรงและหน่วยของแรง ข้อถูก
	5	ก ข ค ง จ	ไม่เข้าใจเรื่องโมเมนต์โดยเอาน้ำหนัก 200 นิวตันมาตอบ ไม่คณำนน้ำหนักของคานและระยะทางจากน้ำหนัก 200 นิวตันถึง B ไม่คณำนน้ำหนักของคานมาก ข้อถูก ไม่ได้คณำนน้ำหนักของคานและเข้าใจว่า B ต้องรับน้ำหนักทั้งหมด
	6	ก ข ค ง จ	กิกแต่น้ำหนักของคาน ไม่ได้คณำนน้ำหนักของคานและเข้าใจว่า B ต้องรับน้ำหนักทั้งหมด ไม่นำนน้ำหนักของคานมาก ข้อถูก เข้าใจว่า A จะรับน้ำหนักของโมเมนต์คานทั้งหมด
	7	ก ข ค ง จ	ไปคณำนน้ำหนักของคานมาก ข้อถูก เข้าใจทิศทางของน้ำหนัก 15 นิวตันผิด เข้าใจโจทย์ผิดและไม่เอาน้ำหนักของคานมาก ไม่ได้หารระยะทางของ A มาก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	8	ก ข ค ง ว	ไม่ได้คำนึงถึงนักของงาน ข้อถูก เหมือนข้อ ก เอาน้ำหนักของงานมาคิดแต่ไม่เอาระยะทางมาคิด ไม่เอาระยะทางของ B มาคิด
	9	ก ข ค ง จ	ขาดความเข้าใจวิธีการหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบ นำเอาจุดหมุนมาเป็นหลักในการคิด ข้อถูก ไม่เข้าใจวิธีการหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบ ไม่เข้าใจความหมายของโมเมนต์
	10	ก ข ค ง ว	ข้อถูก หาโมเมนต์ของแรงคู่ควบไม่ถูกต้อง เหมือนข้อ ข หาระยะทางที่แรงกระทำผิด เหมือนข้อ ง
	11	ก ข ค ง ว	ไม่เข้าใจทิศทางของแรงลัพธ์ หาแรงลัพธ์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ ข้อถูก ไม่เข้าใจลักษณะของแรงที่กระทำ

ฉบับที่	ข้อที่	ตั้งเลือก	ชอบก.เรื่อง
6	1	ก	ไปเข้าใจลักษณะของการเกิดแรงเสียดทาน
		ข	เข้าใจความหมายของแรงเสียดทานผิด
		ค	ชอถูก
		ง	ไปเข้าใจลักษณะของแรงเสียดทาน
		จ	เข้าใจลักษณะของแรงเสียดทาน แต่ก็เฉาะการเคลื่อนที่
	2	ก	ไม่เข้าใจผลการกระทำของแรงเสียดทาน
		ข	มีความเข้าใจในสภาวะของสมดุล
		ค	ไม่เข้าใจกฎข้อ 3 ของนิวตัน
		ง	เอาแรงคองแรงว่าบุคคลจะเกินและไม่ทวามกำบาเปรียบเทียบกับ
		จ	ชอถูก
	5	ก	ไปเข้าใจสภาวะสมดุล
		ข	เข้าใจผิดว่า $\Sigma F = 0$ นำเอากฎข้อ 1 ของนิวตันมาพิจารณา
		ค	ชอถูก
		ง	ขาดความเข้าใจในผลเนื่องจากแรงเสียดทาน
		จ	ไม่เข้าใจสภาวะสมดุลตามแกน
	1	ก	ขาดทักษะการนำเอาผลของแรงเสียดทานมาใช้
		ข	เข้าใจในผลของแรงเสียดทานแต่ไม่สามารถบอกได้หมด
		ค	ไปมีความเข้าใจกฎข้อ 3 ของนิวตัน
		ง	ชอถูก
		จ	มีความสับสนในการรวมแรงของระบบที่พิจารณา
	5	ก	ไม่เข้าใจความหมายของแรงเสียดทาน
		ข	ชอถูก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ก	เข้าใจว่าสามารถผสมกลุ่มมีความหมายเหมือนกันแรงเดียวกัน
		ง	แบ่งชนิดของแรงเดียวกันโดยอาศัยความยากน้อย
		จ	เหมือนข้อ ง
	6	ก	เข้าใจว่าเมื่อเริ่มเคลื่อนที่ไ้แรงมากกว่าขณะเคลื่อนที่
		ข	ข้อถูก
		ก	เข้าใจว่าแรงที่ไ้ถึง เมื่อเริ่มเคลื่อนที่เก็บมากกว่าแรงที่ไ้ขณะเคลื่อนที่
		ง	เข้าใจว่าแรงที่ไ้เท่ากันตลอด
		จ	ไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับแรงที่ไ้กระทำต่อน้ำหนัก
	7	ก	ข้อถูก
		ข	ขาดทักษะในการแปลความหมายกราฟ และสถานะกลุ่มในการเคลื่อนที่
		ก	ขาดทักษะในการแปลความหมายกราฟ
		ง	เหมือนข้อ ก
		จ	เหมือนข้อ ก อาจจะไ้หน่วยของน้ำหนักผิด
	8	ก	ขาดทักษะในการแปลความหมายกราฟ
		ข	เหมือนข้อ ก และไปเข้าใจสถานะกลุ่มครั้งสุดท้าย
		ก	ขาดทักษะในการไ้หน่วย
		ง	ข้อถูก
		จ	ไม่มีความเข้าใจในเรื่องกราฟ
	9	ก	ขาดทักษะในการแปลความหมายจากกราฟ
		ข	ไม่เข้าใจสัมประสิทธิ์ของแรงเดียวกัน
		ก	ขาดความเข้าใจในนิยามของแรงเดียวกัน

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		ง	ข้อถูก
		จ	เขาเอาน้ำหนักของวัตถุหารด้วยแรงที่ไต่ถึงขณะเคลื่อนที่
	10	ก	ฉากทักษะในการคิดคำนวณ
		ข	ฉากทักษะในการแปลความหมายจากกราฟ
		ก	ข้อถูก
		ง	เขาเอาน้ำหนักของวัตถุหารด้วยแรงที่ไต่ถึงเมื่อเริ่มเคลื่อนที่
		จ	เขาเอาแรงที่ไต่ถึง เมื่อเริ่มเคลื่อนที่หารด้วยน้ำหนักของวัตถุ
	11	ก	เขาหานักการด้วยแรงที่ไต่ถึง เมื่อเริ่มเคลื่อนที่
		ข	ข้อถูก
		ก	เอาแรงที่ไต่ถึง เมื่อเริ่มเคลื่อนที่หารด้วยแรงที่ไต่ถึงขณะเคลื่อนที่
		ง	เอาแรงที่ไต่ถึงคูณด้วยน้ำหนักของวัตถุ
		จ	เอาแรงที่ไต่ถึงหารเคลื่อนที่คูณด้วยน้ำหนักของวัตถุ
	12	ก	ฉากทักษะในการแปลความหมายจากกราฟ
		ข	ข้อถูก
		ก	เขาหาน้ำหนักของวัตถุหารด้วยแรงที่ไต่ถึงขณะเคลื่อนที่
		ง	เขาเอาแรงและน้ำหนักมาลบกัน
		จ	เขาเอาแรงที่ไต่ถึงคูณกับน้ำหนักของวัตถุ
	13	ก	ไปเข้าใจวิธีการหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน
		ข	เหมือนข้อ ก
		ก	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
	1	ก	ขาดการแก้ไขในเรื่องทิศทางมองเวกเตอร์
		ข	ข้อถูก
		ค	ขาดทักษะในการแตกแรง
		ง	ไม่เข้าใจในการแตกแรง
		จ	ไม่ตรวจสอบในคำตอบของทั้งสามเรียง โดยเข้าใจว่า $\mu \neq 0$
	15	ก	มีกฎเกณฑ์ ประยุกต์ใช้ไม่เป็น
		ข	เข้าใจระบบสมการที่พิจารณาจากลักษณะโจทย์ผิดคือให้ m_1 เลื่อนลง
		ค	เหมือนข้อ ข แต่วิธีการแรงผิด
		ง	ข้อถูก
		จ	เข้าใจระบบแรงแตกแรงผิด
	16	ก	ข้อถูก
		ข	ขาดความเข้าใจในความหมายของแรงเสียดทาน (ใช้ μ อย่างเดียวไปใช้ μg)
		ค	เข้าใจนิยามของแรงเสียดทานผิด
		ง	ไม่เข้าใจสูตรการหาแรงเสียดทาน
		จ	เหมือนข้อ ง
7	1	ก	เข้าใจในเรื่องของสาเหตุการเคลื่อนที่ผิด แต่ไม่เข้าใจในเรื่องสมการของการเคลื่อนที่
		ข	ไม่เข้าใจเรื่องของแรง
		ค	เหมือนข้อ ข
		ง	ข้อถูก

ตาราง ๔ (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือก	ข้อบกพร่อง
		จ	เหมือนข้อ ข
	2	ก	ขาดทักษะในการแสดงผลของสมมูลต่อการหมุน
		ข	ไม่เข้าใจสถานะสมมูล
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก
	3	ก	ขาดทักษะในการแสดงผลของสมมูลต่อการหมุน
		ข	ไม่เข้าใจสถานะสมมูล
		ค	เหมือนข้อ ก
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ก
	4	ก	ใช้เหตุผลไม่ถูกต้อง
		ข	ข้อถูก
		ค	เข้าใจลักษณะของแรงที่กระทำแก่อธิบายไม่ครอบคลุม
		ง	ไม่เข้าใจลักษณะบางแรงที่กระทำ
		จ	เหมือนข้อ ง
	5	ก	ไม่เข้าใจวิธีหาหน่วยให้เป็นหน่วยเดียวกัน
		ข	ไม่เข้าใจหลักของโมเมนต์ของแรงคู่ควบ
		ค	เหมือนข้อ ข
		ง	ข้อถูก
		จ	เหมือนข้อ ข และใช้หน่วยผิด

วิธีใช้แบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงาน และ
สภาพสมมูล มี ปร กอบด้วยแบบทดสอบให้ตอบ แต่ละฉบับวัดเนื้อหาที่แตกต่างกัน ทำให้คะแนน
เกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง ๖ ฉบับแตกต่างกัน การวินิจฉัยแต่ละฉบับมีหลักการดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 คะแนนเกณฑ์ 6 คะแนนจากคะแนนเต็ม 7 คะแนน แบบทดสอบ
ฉบับที่ 2 คะแนนเกณฑ์ 6 คะแนนจากคะแนนเต็ม 8 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 3
คะแนนเกณฑ์ 14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 4 คะแนนเกณฑ์
7 คะแนนจากคะแนนเต็ม 8 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 5 คะแนนเกณฑ์ 6 คะแนนจาก
คะแนนเต็ม 11 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 6 คะแนนเกณฑ์ 9 คะแนนจากคะแนนเต็ม
16 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ ๗ คะแนนเกณฑ์ 4 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน
ถ้านักเรียนคนใดหาคะแนนได้ผ่านเกณฑ์ของแต่ละฉบับ แสดงว่ามีความสามารถ
เพียงพอที่จะไปเรียนในเนื้อหาต่อไปได้ แต่ถ้าคะแนนต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ของแต่ละฉบับ
ครูผู้สอนจะคงหาการสอนซ่อมเสริมข้อบกพร่องในข้อที่นักเรียนมีปัญหานั้นตามการวินิจฉัย
ในแต่ละข้อนั้น ๆ

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเขียนนิเวศวิทัศน์
เรื่อง ขวด แรง และสภาพสมกุล

แบบทดสอบฉบับที่ 1

" ขวლ แรง "

โปรดอ่านคำชี้แจงต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ 7 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 10 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ก็กล่าวตามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ก, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการ ในกระดาษคำตอบทั้งตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (0) ก ข ก ~~ง~~ จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ตับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (0) ~~ง~~ ข ก ~~จ~~

4. ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (0) ข้อใดให้นิยามของแรงได้ถูกต้องที่สุด

- ก. แรงคือการผลักหรือการดึง
- ข. แรงคือสาเหตุของความเร่ง
- ค. แรงคืออัตราของการวางานต่อหน่วยเวลา
- ง. แรงคือสิ่งที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
- จ. แรงคือปริมาณหนึ่งเท่ากับความเร็วคูณกับมวล

ของวัตถุที่แรงนั้นกระทำ

จะเห็นว่าคำตอบถูกต้องนั้นคือข้อ ข

5. จงอย่าขีดเขียนหรือหาเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1. ข้อใดให้ความหมายของมวลได้ถูกต้องที่สุด ?

- ก. มวลคือความหนาแน่นของวัตถุ
- ข. มวลคือการ วัดความแข็งแรงของวัตถุ
- ค. มวลคือน้ำหนักของวัตถุนั้นที่ขึ้นอยู่กับนิวตัน
- ง. มวลคือการ วัดความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุ
- จ. มวลคือการ วัดแรงที่ไวยักษ์วัตถุนั้นให้มีความเร็วคงที่แน่นอน

2. ข้อใดหมายถึงน้ำหนักของวัตถุ ?

- ก. ปริมาณของสารที่มีอยู่ในวัตถุนั้น
- ข. สมบัติประจำตัวที่คงที่ของวัตถุนั้น
- ค. เป็นสิ่งเกี่ยวกับมวลแต่มีหน่วยต่างกัน
- ง. สิ่งอ้างอิงถึงความเฉื่อยของวัตถุนั้น
- จ. แรงที่เกิดจากโลกดึงดูดมวลของวัตถุนั้น

3. ตามกล่าวในข้อใดถูกต้องที่สุด ?

- ก. ขาวมีน้ำหนัก 50 นิวตัน
- ข. เขียวมีมวล 50 นิวตัน
- ค. สมศรีมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม
- ง. กาออกแรง 60 กิโลกรัม
- จ. แรงดึงในเส้นเชือก 3,000 กรัม

4. สภาพต้านทานความพยายามใดๆ

ที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ สมบัติดังกล่าวเรียกว่า Δ และเพื่อเอาชนะสมบัตินั้นจึงต้องใช้ $\square$ อย่าง -
ทราบว่า Δ และ $\square$ แทนสิ่งใด ?

- ก. มวล และแรง
- ข. มวล และน้ำหนัก
- ค. ความเร็ว และความเร่ง
- ง. ความเฉื่อย และพลังงาน
- จ. ความเฉื่อย และแรง

5. kg-m/s^2 เป็นหน่วยของอะไร ?

- ก. แรง
- ข. โมเมนต์
- ค. พลังงาน
- ง. ความเร่ง
- จ. ความเร็ว

6. "1 นิวตัน" มีความหมายตรงกับข้อใด ?

- ก. $1 \text{ kg} - \text{m/s}^2$
- ข. $1 \text{ kg} - \text{m}^2/\text{s}^2$
- ค. $1 \text{ kg}^{-1} - \text{m/s}^2$
- ง. $1 \text{ kg/m} - \text{s}^2$
- จ. $1 \text{ kg/m}^2 - \text{s}^2$

7. ต้องการยกวัตถุมวล 5 กิโลกรัม
ขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วคงที่ ต้องออก
แรงเท่าไร ? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ก. 0 นิวตัน

ข. 5 นิวตัน

ค. 5 กิโลกรัม

ง. 50 กิโลกรัม

จ. 50 นิวตัน

.

แบบทดสอบฉบับที่ 2

" การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่หามุมกัน "

โปรดอ่านคำสั่งต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 6 ข้อ

2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 10 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือกาจากแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้
 เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดแล้ว ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการ ในกระดาษคำตอบทั้งตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (0) ก ข ค ~~ง~~ จ

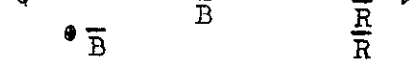
ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงเขียนตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็น ข้อ ก

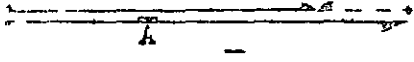
ข้อ (0) ~~ก~~ ข ค ~~ง~~ จ

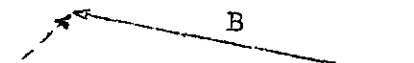
4. ตัวอย่างข้อสอบ

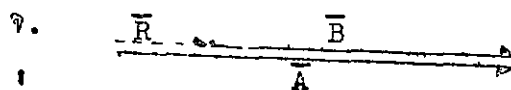
ข้อ (00) ถ้าแรงสองแรงมีขนาด 10 และ 12 นิวตันและมีทิศทางตรงกันข้ามกัน รูปใดเป็นการแสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงทั้งสองได้ถูกต้อง

ก. 

ข. 

ค. 

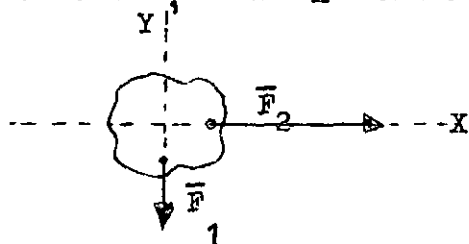
ง. 



จะเห็นว่ากาตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก

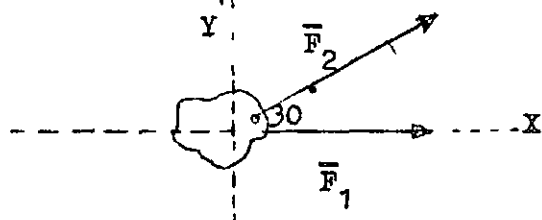
5. จงอย่างอื่นเขียนหรือหาเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
ถ้าต้องการหาคะแนนในกรณีการคาดคะเน

1. จากรูปขนาดของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ เท่ากัน
กระทำต่อวัตถุที่มีทิศทางดังรูป วัตถุ -
จะเคลื่อนที่ตามมุมกับแกน x เท่าไร



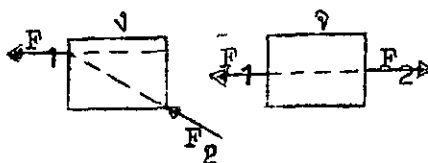
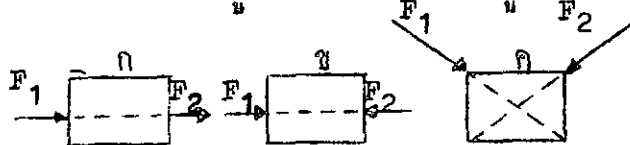
- ก. 0°
ข. 45°
ค. 90°
ง. 150°
จ. 180°

2. จากรูปขนาดของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$
เท่ากันกระทำต่อวัตถุดังรูป วัตถุจะ -
เคลื่อนที่ตามมุมกับแกน x เท่าไร ?



- ก. 0°
ข. 15°
ค. 30°
ง. 60°
จ. 150°

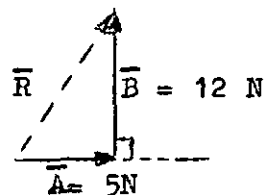
3. ถ้าแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาดเท่ากันกระทำ
ต่อวัตถุซึ่งวางอยู่บนพื้นราบ ตามลักษณะ
การกระทำดังรูป ก, ข, ค, ง และ จ
ตามากับ รูปใดที่มีแรงลัพธ์เป็นศูนย์ $\vec{F}_1$ $\vec{F}_2$



- ก. (ข)
ข. (จ)
ค. (ข) และ (จ)
ง. (ก), (ข) และ (จ)
จ. (ข), (ค), (ง) และ (จ)

4. แรง $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ มีขนาด 5 และ 12

นิวตันตามลำดับและมีทิศทางดังรูป
แรงลัพธ์ของ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ ตรงกับข้อใด ?



- ก. $\sqrt{17}$ นิวตัน
ข. 7 นิวตัน
ค. 13 นิวตัน
ง. 17 นิวตัน
จ. 169 นิวตัน

5. จากโจทย์ข้อ 4 ทิศทางของแรงลัพธ์
ทำกับแนวราบเท่ากับข้อใด ?

ก. 0°

ข. $\cos \frac{5}{12}$

ค. $12/5$

ง. $\tan^{-1} \frac{5}{12}$

จ. $\tan^{-1} \frac{12}{5}$

6. แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาด 10 และ 12
นิวตันตามลำดับ ถ้าแรงทั้งสองทำมุม
ต่อกันเป็นมุม 0 องศา แรงลัพธ์ของ
 $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ เท่ากับกี่นิวตัน ?

ก. 2

ข. $\sqrt{22}$

ค. 22

ง. $\sqrt{224}$

จ. 484

7. แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาด 10 และ 12
นิวตันตามลำดับ ถ้าแรงทั้งสองทำมุม
ต่อกัน 90° แรงลัพธ์ของ $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$
มีขนาดกี่นิวตัน ?

ก. 0

ข. 12

ค. 22

ง. $\sqrt{244}$

จ. 484

8. แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาด 10 และ 12
นิวตันตามลำดับ ถ้าแรงทั้งสองทำมุม
ต่อกันเป็นมุม 180° แรงลัพธ์ของ
 $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาดกี่นิวตัน ?

ก. 0

ข. 2

ค. 22

ง. 158

จ. 434

แบบทดสอบฉบับที่ 3
" สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง "

โปรดอ่านการชี้แจงต่อไปนี้ก่อน

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 20 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 30 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก ก็ภาตามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ก, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้ว ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงกัข้อที่ถูกต้องในการระบายคำตอบ ดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก, ข ก ~~X~~ จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ขีดเว้นทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ จ ดังนี้

ข้อ (00) ก ข ก ~~X~~ ~~จ~~

4. ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (00) กรมีใดที่ไม่ใช่ส่วนของการเลื่อนตำแหน่ง ?

- ก. ปรากฏการณ์บนโต๊ะ
- ข. กระดานดำบนผนัง
- ค. กบเคียวความเร็วคงที่
- ง. รถยนต์เคลื่อนด้วยความเร็วคงที่
- จ. วัตถุถูกเหวี่ยงด้วยแรงกระทำอย่างสม่ำเสมอ

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ จ

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
ถ้าต้องการทศเลขให้ทศกานหลังกระดาษคำตอบ

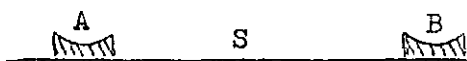
1. กรณีใดที่เป็นสภาวะสมดุลสถิต ?

- ก. คนเดิน
- ข. น้ำไหล
- ค. รถยนต์แล่น
- ง. กระดานคายบนฝาผนัง
- จ. โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์

2. แรงสองแรงใด ๆ กระทำต่อวัตถุ ก้อนเดียวกันและพร้อม ๆ กับ จะมีขนาด ขนาดของแรงลัพธ์น้อยที่สุดเมื่อมุมของแรง ทั้งสองมีค่าตรงกับข้อใด ?

- ก. 0°
- ข. 60°
- ค. 90°
- ง. 180°
- จ. 360°

3. จากรูป วัตถุรูปรางแบนนอนวางนิ่งที่ ตำแหน่ง A ต่อมาวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ไประยะทาง S มาหยุดนิ่งที่ ตำแหน่ง B จากเหตุการณ์ดังกล่าวใน ข้อใดถูกต้องที่สุด ?



- ก. สมดุลสถิตที่จุด A สมดุลจลนที่จุด B
- ข. สมดุลสถิตที่จุด B สมดุลจลนที่จุด A
- ค. สมดุลสถิตที่จุด A สมดุลจลนที่ขณะเคลื่อนที่จาก A ไป B

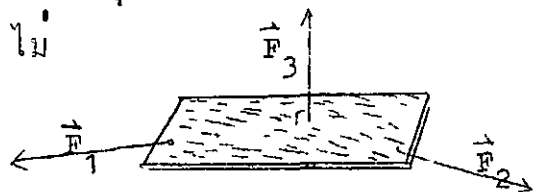
ง. สมดุลสถิตที่จุด A และจุด B
สมดุลจลนที่ขณะเคลื่อนที่จาก A ไป B

7. สมดุลสถิตที่ขณะเคลื่อนที่จาก A ไป B สมดุลจลนที่จุด A และจุด B

๘. การที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่กับการที่วัตถุหยุดนิ่ง นั้นแสดงว่าวัตถุ อยู่ในสภาวะใด ในทั้งสองกรณีนี้มีสภาวะใดเหมือนกัน ?

- ก. ภาวะสมดุล
- ข. แรงลัพธ์เป็นศูนย์
- ค. มวลหนักเท่ากัน
- ง. อยู่ในภาวะสมดุลสถิต
- จ. อยู่ในภาวะสมดุลจลน

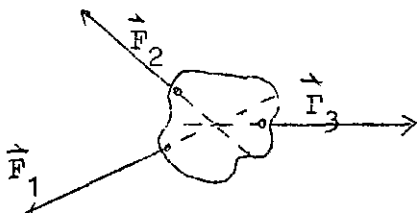
๙. จากรูปแผนกระดานสามเหลี่ยม มีแรงสามแรงมากระทำต่อกระดาน โดยแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ อยู่ในแนวราบ ส่วน $\vec{F}_3$ แรง $\vec{F}_3$ อยู่ในแนวตั้ง จากเหตุการณ์นี้จะสมดุลต่อการเคลื่อนที่หรือไม่



- ก. ได้เพราะแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์
- ข. ได้เพราะแรงทั้งสามเบกกันที่จุด ๆ หนึ่ง

- ก. ไม่ได้เพราะแรงทั้งสามไม่พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง
 ข. ไม่ได้เพราะแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์
 จ. ไม่ได้เพราะแรงทั้งสามไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน

6. จากรูปกระดานแข็งมีแรงสามแรงคือ $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ และ $\vec{F}_3$ กระทำต่อกระดานในแนวราบและมีทิศทางดังรูป สถานะนี้จะสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งใดหรือไม่ ?



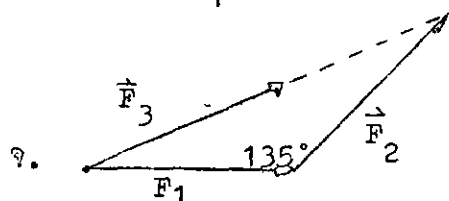
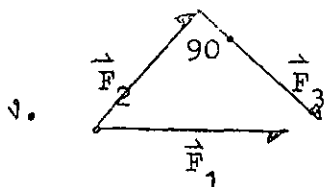
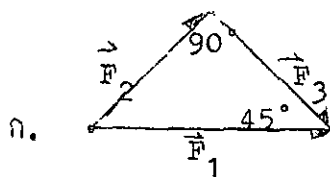
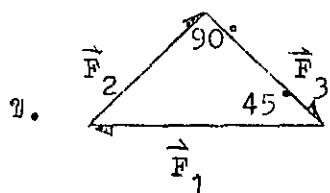
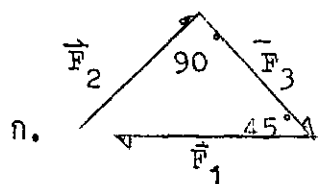
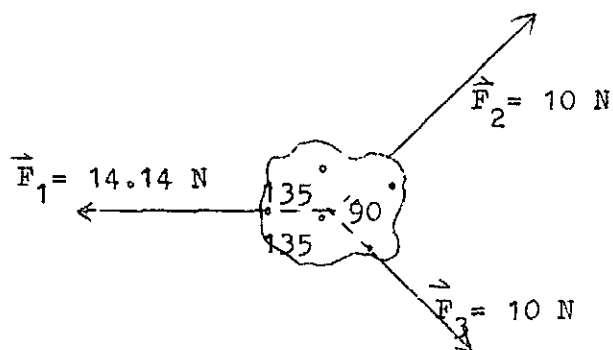
- ก. ได้ เพราะ $\vec{F}_3$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_1$
 ข. ได้ เพราะแรงทั้งสามอยู่ในระนาบเดียวกัน
 ค. ได้ เพราะแรงทั้งสามอยู่บนระนาบเดียวกันและพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง
 ง. ไม่ได้ เพราะแรงทั้งสามอยู่บนระนาบเดียวกัน
 จ. ไม่ได้ เพราะแรงทั้งสามตัดกันที่จุด ๆ หนึ่ง

7. จากรูปกระดานแข็งมีแรงสามแรงคือ $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ และ $\vec{F}_3$ กระทำต่อกระดานในแนวราบและมีทิศทางดังรูป เพื่อ $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ และ $\vec{F}_3 \neq 0$ สถานะนี้จะสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งใดหรือไม่เพราะเหตุใด

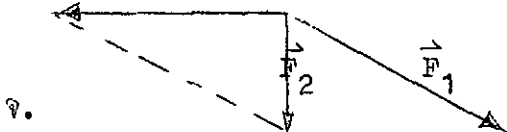
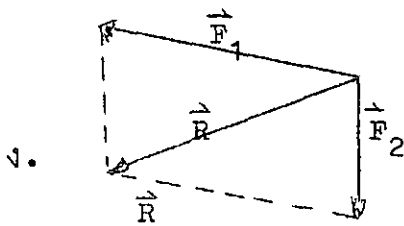
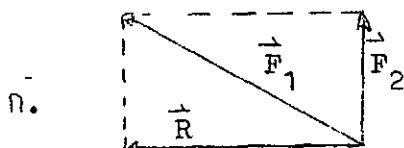
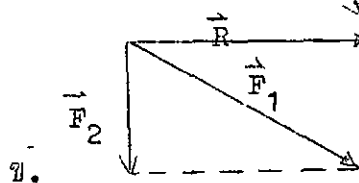
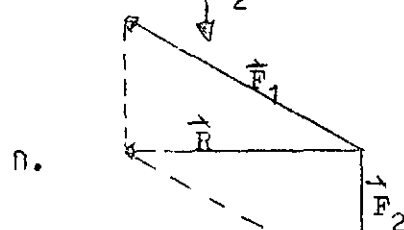
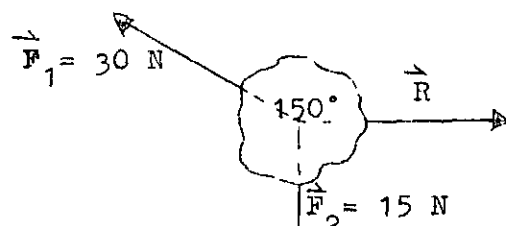


- ก. ได้ เพราะแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์
 ข. ได้ เพราะแรงทั้งสามอยู่ในระนาบเดียวกัน
 ก. ไม่ได้ เพราะแรงทั้งสามไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน
 ง. ไม่ได้ เพราะ $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 \neq \vec{F}_3$
 จ. ไม่ได้ เพราะแรงทั้งสามไม่พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง
8. ข้อใดไม่ใช่เงื่อนไขที่ทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลภายใต้แรงกระทำสามแรง
- ก. แรงทั้งสามต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
 ข. แนวแรงทั้งสามต้องพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง
 ค. ผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงทั้งสามเท่ากับศูนย์
 ง. แรงสองแรงรวมกันมากกว่าแรงที่สาม
 จ. ถ้านำแรงทั้งสามทั้งขนาดและทิศทางมาเขียนต่อกันจะได้สามเหลี่ยมปิด

9. จากรูปที่กำหนดให้แรงสามแรงมากระทำต่อวัตถุหนึ่งและอยู่ในสภาพสมดุลแรงทั้งสามมีขนาดและทิศทางดังรูป ข้อใดที่เขียนสามเหลี่ยมแทนแรงทั้งสามได้ถูกต้อง



10. จากรูป ข้อใดเป็นการเขียนรูปสี่เหลี่ยมแทนขนาดแทนแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ เพื่อหาแรงลัพธ์ $\vec{R}$ ซึ่งแรงทั้งสามทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุล



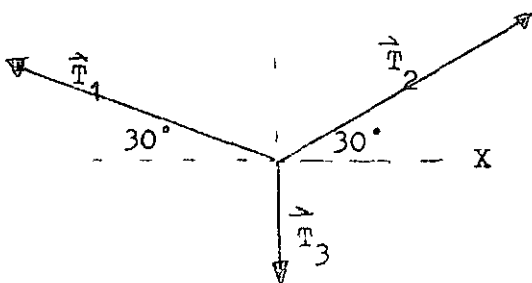
11. ข้อใดไม่ใช่เงื่อนไขของแรงสี่แรงกระทำไว้ที่จุดอยู่ในสภาพสมดุล

- ก. แรงทั้งสี่ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
- ข. แนวแรงทั้งสี่ต้องพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง
- ค. ผลรวมหาเวกเตอร์ของแรงทั้งสี่เท่ากับศูนย์
- ง. ถ้านาแรงทั้งสี่ทั้งขนาดและทิศทางมาเขียนต่อกันจะได้รูปสี่เหลี่ยมปิด
- จ. ทั้งข้อ ก และ ข

12. แรง $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ และ $\vec{F}_3$ กระทำต่อวัตถุหนึ่งทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลเราสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงทั้งสามได้ดังข้อใด ?

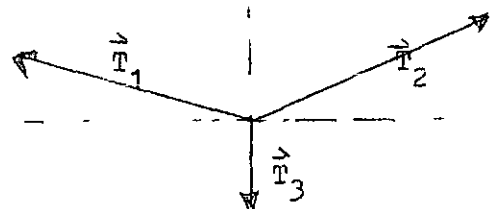
- ก. $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \vec{F}_3$
- ข. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = k$
- ค. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$
- ง. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3$
- จ. $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 = 0$

13. จากรูปแรงย่อย $\vec{T}_1$ และ $\vec{T}_2$ ในแนวแกน Y มีขนาดเท่ากับข้อใด ?



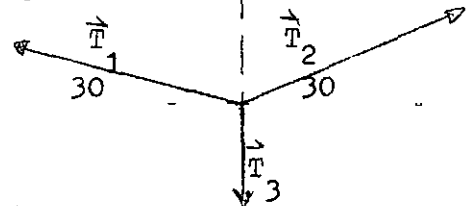
- ก. $T_1 \sin 30^\circ$ และ $T_2 \sin 30^\circ$
- ข. $\cos 30^\circ$ และ $\cos 30^\circ$
- ค. $\sin 30^\circ$ และ $\cos 30^\circ$
- ง. $T_1 \sin 30^\circ$ และ $T_2 \sin 30^\circ$
- จ. $T_1 \cos 30^\circ$ และ $T_2 \cos 30^\circ$

14. จากรูปแรงย่อย $\vec{T}_1$ และ $\vec{T}_2$ ในแนวแกน X เท่ากับข้อใด ?



- ก. $\cos 30^\circ$ และ $\cos 30^\circ$
- ข. $\sin 30^\circ$ และ $\sin 30^\circ$
- ค. $X \sin 30^\circ$ และ $Y \sin 30^\circ$
- ง. $T_1 \sin 30^\circ$ และ $T_2 \sin 30^\circ$
- จ. $T_1 \cos 30^\circ$ และ $T_2 \cos 30^\circ$

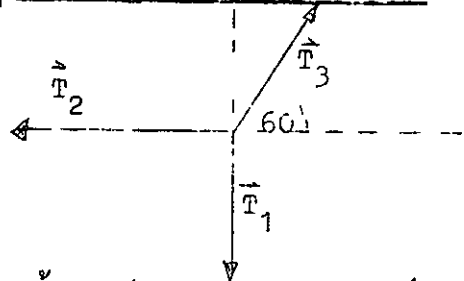
15. จากรูปผลรวมของแรงย่อยในแนวแกน Y ขนาดเท่ากับข้อใด ?



- ก. 0 นิวตัน
- ข. 1 นิวตัน
- ค. 3 นิวตัน
- ง. T_3
- จ. $T_1 \sin 30^\circ + T_2 \cos 30^\circ$

จากรูปแรงทั้งสามกระทำต่อวัตถุให้อยู่ในสภาวะ

สมดุล วงกลมกากบาทขอ 16 - 16



16. ข้อใดเป็นสมการการวางสัมพันธ์ของ $\vec{T}_1$

กับ $\vec{T}_2$

ก. $\vec{T}_1 = \vec{T}_3$

ข. $\vec{T}_1 + \vec{T}_3 = 0$

ค. $\vec{T}_1 = \vec{T}_2 + \vec{T}_3$

ง. $\vec{T}_1 = \vec{T}_3 \sin 60^\circ$

จ. $\vec{T}_1 = \vec{T}_3 \cos 60^\circ$

17. ข้อใดเป็นสมการการวางสัมพันธ์ของ $\vec{T}_2$

กับ $\vec{T}_3$

ก. $\vec{T}_2 = \vec{T}_3$

ข. $\vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0$

ค. $\vec{T}_2 = \vec{T}_1 + \vec{T}_3$

ง. $\vec{T}_2 = \vec{T}_3 \sin 60^\circ$

จ. $\vec{T}_2 = \vec{T}_3 \cos 60^\circ$

18. ถ้าแรง $\vec{T}_3$ มีขนาด 40 นิวตัน แรง

$\vec{T}_1$ และ $\vec{T}_2$ มีขนาดเท่าไร

ก. $\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = 20 \text{ N}$

ข. $\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = 40 \text{ N}$

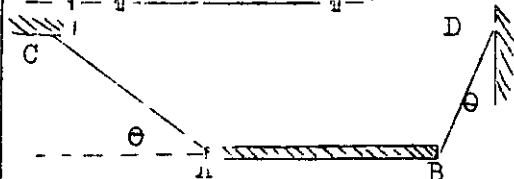
ค. $\vec{T}_1 = 90 \text{ N}, \vec{T}_2 = 120 \text{ N}$

ง. $\vec{T}_1 = 40 \text{ N}, \vec{T}_2 = 10 \text{ N}$

จ. $\vec{T}_1 = 34.64, \vec{T}_2 = 20 \text{ N}$

จากรูปถาน A ยาว 4 เมตร หนัก 10 นิวตัน

สมดุลอยู่ในแนวระดับกับรูป (ถ้า $\theta = \theta = 30^\circ$)



19. แรงตึงในเส้นเชือก AC มีค่าเท่ากับ

ก. 5

ข. $5/\sqrt{3}$

ค. $5\sqrt{3}$

ง. 10

จ. $10\sqrt{3}$

20. แรงตึงในเส้นเชือก BD เท่ากับ

ก. 5

ข. $5/\sqrt{3}$

ค. $5\sqrt{3}$

ง. 10

จ. $10\sqrt{3}$

แบบทดสอบฉบับที่ 4

" รุกขมัยกลางของมวลและรุกขมัยถ่วง "

โปรดอ่านคำสั่งให้ดีก่อน

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 8 ข้อ

2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการสอบ แต่นักเรียนควร ภาวนาให้เสร็จ

ภายในเวลา 10 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ถ้าคำตอบแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้ว ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก ข ค ~~ง~~ จ

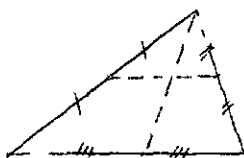
ถ้านักเรียนชี้คำตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ใช้ (—) ทบลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงชี้คำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็น ข้อ ค ดังนี้

ข้อ (00) ก ข ~~ง~~ ~~จ~~

4. ตัวอย่างข้อสอบ

1. กำหนดวัตถุบางเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่าให้ ข้อใดแสดงการหาจุดศูนย์กลางของมวลได้ถูกต้อง ?

ก.



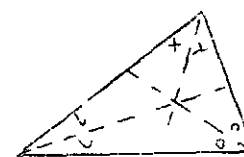
ข.



ค.



ง.

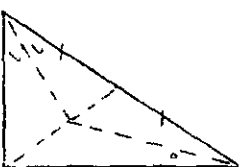


จ.



2. กำหนดวัตถุบางเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้ ข้อใดแสดงการหาจุดศูนย์กลางของมวลได้ถูกต้อง ?

ก.



ข.



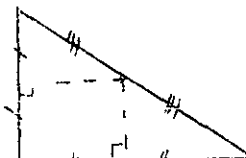
ค.



ง.



จ.

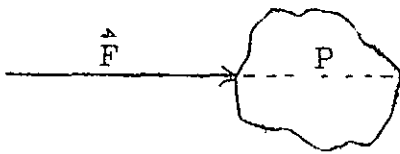


3. จากรูปถ้าจุด P เป็นจุดศูนย์กลางของมวล และจุดศูนย์กลางของวัตถุ ถ้าออกแรง F ดังกับวัตถุตอนนี้อยู่ตามทิศทางดังรูป วัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร

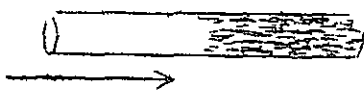


- ก. หมุน
ข. กิ่งกอบหลัง
ค. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
ง. เคลื่อนที่ไปทางขวา
จ. ไปตามทิศของแรงกระทำ

4. จากรูปถ้าจุด P เป็นจุดศูนย์กลางของมวล และจุดศูนย์กลางของวัตถุ ถ้าวัดแรง $\vec{F}$ กับวัตถุตามทิศทางทิศทางดังรูป วัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร ?



- ก. หมุน
ข. เป็นเส้นโค้ง
ค. เป็นเส้นตรง
ง. กลิ้งไปข้างหน้า
จ. เคลื่อนที่ไปทางขวา
5. จากรูปท่อเหล็กใส่ดินไว้ครึ่งหนึ่ง หากนักเรียนจะดันให้ท่อเหล็กนี้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่กำหนดโดยไม่ให้ขยับบนพื้นราบเรียบ นักเรียนควรทำอย่างไร ?



- ก. ออกแรงดันก้านที่ใดก็ได้
ข. ออกแรงดันท่อเหล็กที่ใดก็ได้
ค. ออกแรงดันทางปลายสุดด้านใดด้านหนึ่ง
ง. ดึงใส่ดินให้เต็มท่อเหล็กอีกด้านหนึ่งก่อน
จ. ออกแรงดันให้แรงดันผ่านศูนย์กลางมวลรวม

6. ถ้ากล่าวใบเรือใบเดียวที่ลอยอยู่ ?

- ก. วัตถุใบเรือจะอยู่รอบ ๆ กับวัตถุ
ข. จุดศูนย์กลางจะอยู่ภายนอกวัตถุ
ค. จุดศูนย์กลางคือจุดที่แขวนใบเรือไว้ในเรือ
ง. จุดศูนย์กลางเป็นจุดที่ไม่เกี่ยวกับแรงดึงดูดของโลก
จ. จุดศูนย์กลางเป็นตำแหน่งที่แนวแรงรว ของเทวนิทัศน์

7. จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุต่างกันอย่างไร ?

- ก. จุดศูนย์กลางมวลอยู่ตรงกลาง ส่วนจุดศูนย์กลางวัตถุอยู่ภายนอกวัตถุ
ข. จุดศูนย์กลางมวลจะเปลี่ยนตำแหน่งได้ แต่จุดศูนย์กลางวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไม่ได้
ค. จุดศูนย์กลางมวลเป็นจุดซึ่งรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก่อน ส่วนจุดศูนย์กลางเป็นจุดที่มีทิศทาง
ง. จุดศูนย์กลางมวลขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลก ส่วนจุดศูนย์กลางวัตถุขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลก
จ. จุดศูนย์กลางมวลเป็นจุดซึ่งรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก่อน ส่วนจุดศูนย์กลางเป็นจุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก่อน

8. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับการหาจุดศูนย์กลาง
ของมวลและจุดศูนย์กลางของวัตถุใดๆ ต่อไปนี้
ข้อความใดถูกต้องที่สุด ?

1. จุดศูนย์กลางมวลหาได้จากจุดตัดของ
แนวแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยไม่หมุน
 2. จุดศูนย์กลางหาได้จากจุดตัดของแนวแรง
ที่คานน้ำหนักของวัตถุ และทำให้วัตถุ
นั้นอยู่ในสภาพสมดุล
 3. จุดศูนย์กลางของมวลหาได้โดยการจาก
เส้นมีฐานมาตัดกัน ส่วนจุดศูนย์กลาง
หาได้โดยการวัดสูตร
- ก. ข้อ 3
- ข. ข้อ 1 และข้อ 2
- ค. ข้อ 2 และข้อ 3
- ง. ข้อ 1 และข้อ 5
- จ. ข้อ 1, ข้อ 2 และข้อ 3

แบบทดสอบฉบับที่ 5

" โบนัส สมดุลต่อการหมุน เจริญเบนต์ของแรงคู่ควบ "

โปรดอ่านคำสั่งแรงต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 11 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่จำกัดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำได้เสร็จภายในเวลา 20 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบอีก 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ก, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดแล้ว ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงกับตัวอักษรที่ทำการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกข้อ ง ดังนี้

ข้อ (0) ก ข ก ~~จ~~

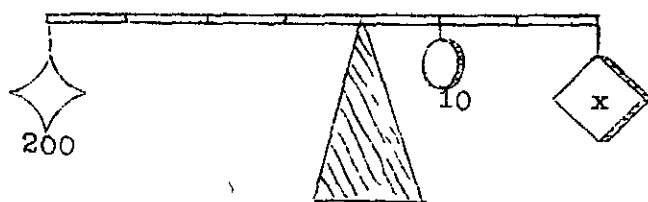
ถ้านักเรียนขีดตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ได้ขีด (=)

หับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ขีดเส้นทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ข ดังนี้

ข้อ (0) ก ~~ข~~ ก ~~ง~~ จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (0) จากรูปกลานสม่ำเสมอยาว 7 เมตรหนัก 60 นิวตัน ที่กานทั้งสองข้างแขวนน้ำหนัก 200 นิวตัน 10 นิวตัน และ x นิวตัน ซึ่งทำให้กานนี้อยู่ในสภาวะสมดุลจงหาน้ำหนัก x



- ก. 300 นิวตัน
- ข. 150 นิวตัน
- ก. 50 นิวตัน
- ง. 30 นิวตัน
- จ. 3 นิวตัน

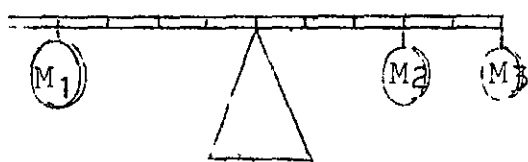
คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข

5. จงอธิบายหรือหาเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1. ข้อใดเป็นการให้นิยามของแรงคู่ควบ
ได้เหมาะสมที่สุด

- ก. แรงสองแรงที่มีขนาดเท่ากัน
- ข. แรงหนึ่งแรงที่สามารถทำให้วัตถุหมุน
- ค. แรงสองแรงที่ขนานกันและกระทำต่อ
จุดหมุนเดียวกัน
- ง. แรงสองแรงที่เท่ากันและขนานกันแต่
มีทิศทางตรงกันข้าม
- จ. แรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุก่อนเดี๋ย
วกันในทิศทางตรงกันข้าม

2. จากรูปกานหนัก M ยาว 10 เมตร แขน
น้ำหนัก M_1 , M_2 และ M_3 จึงทำให้กานอยู่ใน
สภาวะที่สมดุล ข้อใดเป็นการแสดง -
โมเมนต์รวมเข้มน้ำหนักและโมเมนต์ต้าน
เข้มน้ำหนักได้ถูกต้อง



- ก. $4M_1 = 3M_2 + 5M_3$
- ข. $3M_2 + 2M_3 = 4M_1$
- ค. $M_1 = M_2 + M_3$
- ง. $M_2 + M_3 = M_1$
- จ. $7M_2 + 7M_3 = 7M_1$

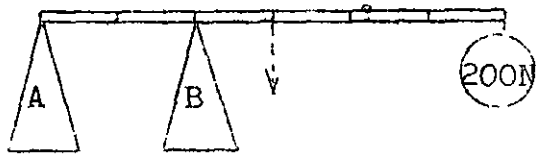
3. แรง 5 นิวตันกระทำในแนวตั้งฉากกับแกน
ของวัตถุแข็งเกร็งสม่ำเสมอห่างจากจุด
หมุนออกไป 2 เมตร โมเมนต์ที่เกิดขึ้น
มีค่าเท่ากับกี่นิวตัน-เมตร

- ก. 2
- ข. 5
- ค. 5
- ง. 10
- จ. 20

1. เพราะเหตุใดหน่วยของโมเมนต์จึงไว้
" นิวตัน-เมตร "

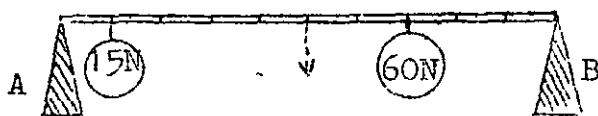
- ก. เพราะเป็นทั้งขนาดและทิศทาง
- ข. เพราะโมเมนต์เป็นปริมาณเวกเตอร์
- ค. เป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักกับ
ความยาว
- ง. เพราะโมเมนต์เป็นผลคูณของ
ระยะทางกับน้ำหนัก
- จ. เพราะโมเมนต์เป็นผลคูณของ
ระยะทางกับน้ำหนัก

5. จากรูปกานยาว 6 เมตรหนัก 50 นิวตัน ยึดติดกับเสา A และ B เป็นน้ำหนัก 200 นิวตันแขวนที่ปลายกาน ถ้ากำหนดให้ A เป็นจุดหมุน เสา B จะรับน้ำหนักเท่ากับกี่นิวตัน ?



- ก. 200
ข. 400
ค. 600
ง. 675
จ. 1,200
6. จากรูปและโจทย์ในข้อ 5 ถ้ากำหนดให้ B เป็นจุดหมุน A จะรับน้ำหนักเท่ากับกี่นิวตัน
- ก. 50
ข. 200
ค. 400
ง. 425
จ. 800

จากรูปและข้อมูลที่กำหนดให้จงตอบคำถามข้อ 7-8



กานยาว 10 เมตรหนัก 3 นิวตันแขวน - น้ำหนัก 15 นิวตันห่างจาก A 1 เมตร และ น้ำหนัก 60 นิวตันห่างจาก B 3 เมตร

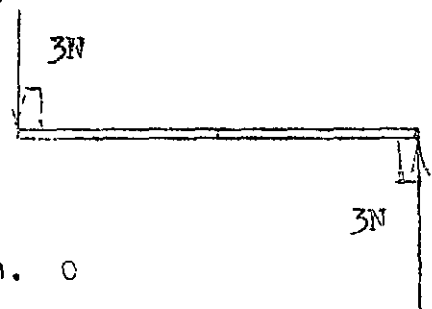
7. A จะรับน้ำหนักเท่ากับกี่นิวตัน ?

- ก. 51.5
ข. 34
ค. 45
ง. 440
จ. 460

8. B จะรับน้ำหนักเท่ากับกี่นิวตัน ?

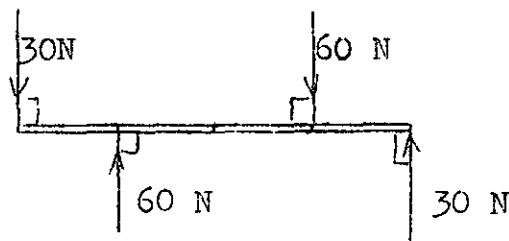
- ก. 43.5
ข. 46
ค. 315
ง. 520
จ. 460

9. จากรูปแรงขนาด 3 นิวตัน กระทำกับ กานยาว 2 เมตร โมเมนต์ของแรง ถูกควมเท่ากับกี่นิวตัน - เมตร



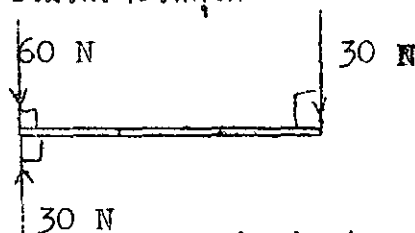
- ก. 0
ข. 3
ค. 6
ง. 12
จ. 18

10. ถ้ามีแรงคู่ควบ 2 คู่ ขนาด 30 นิวตัน และ 60 นิวตัน กระทำกับแกนยาว 4 เมตรดังรูป แกนจะอยู่ในสภาพอย่างไร



- ก. สมดุลต่อการหมุนเพราะโมเมนต์รวมเป็นศูนย์
- ข. สมดุลต่อการหมุนเพราะแรงคางซ้ายจุดหมุนเป็นศูนย์
- ค. สมดุลต่อการหมุนเพราะแรงทางขวาจุดหมุนเป็นศูนย์
- ง. หมุนน้อยลงเพราะโมเมนต์ด้านเพิ่มขึ้น
- จ. หมุนมากขึ้นเพราะโมเมนต์ของแรงคู่ควบเพิ่มขึ้น

11. จากรูปมีแรงคู่ควบ 1 คู่ ขนาด 30 นิวตัน และบีบแรงขนาด 60 นิวตันมากระทำต่อแกนยาว 3 เมตรในทิศทางและตำแหน่งดังรูป แกนจะอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่เพราะเหตุใด ?



- ก. สมดุล เพราะวัตถุไม่เคลื่อนที่
- ข. สมดุล เพราะแรงลัพธ์เป็นศูนย์
- ค. ไม่สมดุล เพราะวัตถุหมุน
- ง. ไม่สมดุล เพราะแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์
- จ. ไม่สมดุล เพราะขนาดของแรงไม่เท่ากัน

แบบทดสอบฉบับที่ 6

" แรงเสียดทาน "

โปรดอ่านคำสั่งแรงต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 16 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ไม่ว่าจะใช้เวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จในเวลา 30 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกคำตอบ 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดแล้ว ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง การเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

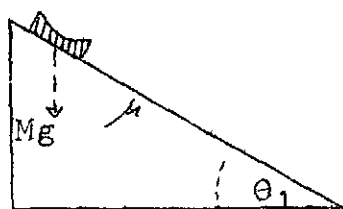
ข้อ (๐) ก ข ค ~~ง~~ จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ขีด (==) ตัดลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (๐) ~~ก~~ ข ค ~~ง~~ จ

5. ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐) จากรูปว่าทุ้มเริ่มเคลื่อนที่ลงบนพื้นเอียงขรุขระดังประสิทธิของแรงเสียดทานเท่ากับข้อใด



ก. $Mg \sin \theta_1$

ข. $Mg \cos \theta_1$

ค. Mg

ง. $\tan \theta_1$

จ. $\frac{\cos \theta_1}{\sin \theta_1}$

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง

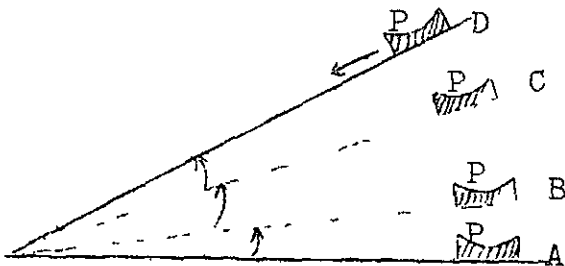
5. จงอย่างขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1. ข้อใดให้ความหมายของแรงเสียดทานได้ถูกต้อง

- ก. คือแรงที่กระทำต่อพื้นผิวสัมผัส
- ข. คือแรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่ออีกวัตถุหนึ่ง
- ค. คือแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของเทหวัตถุ
- ง. คืออำนาจการเคลื่อนที่เนื่องจากวัตถุสองชิ้นสวนทางกัน
- จ. คือแรงที่เกิดระหว่างผิวของวัตถุ ขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่

วาดรูปและสิ่งที่กำหนดให้จงตอบคำถามข้อ 2 - 3

วางวัตถุ P บนพื้นระนาบที่มีความเสียดทานที่ต่างแห่ง A ก้อย ๆ ยกขึ้นจนถึงตำแหน่ง B และ C วัตถุยังอยู่นิ่ง แต่ปล่อยถึงตำแหน่ง D ปรากฏว่าวัตถุเริ่มไถลลง จากปรากฏการณ์นี้ให้นักเรียนตอบคำถาม



2. ที่ตำแหน่ง B และ C วัตถุ P คงอยู่ที่เดิม เพราะเหตุใด ?

- ก. มีแรงเสียดทานมาก
- ข. วัตถุ P อยู่ในภาวะสมดุลสถิต

3. ที่ตำแหน่ง D วัตถุ P ไถลลงอย่างช้า ๆ แต่ไม่มีความเร่ง เพราะเหตุใด ?

- ก. มีแรงเสียดทานน้อย
- ข. ไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุ
- ค. วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลพลวัต
- ง. ไม่มีแรงเสียดทานมากระทำต่อวัตถุ
- จ. แรงเสียดทานเท่ากับแรงดึงดูดของโลก

4. ในการผลักวัตถุซึ่งอยู่บนพื้นราบขรุขระ และวัตถุไม่เคลื่อนที่ขึ้นสู่สาเหตุมาจากสิ่งใด

- ก. วัตถุมีน้ำหนักมาก
- ข. มีแรงมากระทำมาก
- ค. แรงปฏิกิริยานานกว่าแรงกิริยา
- ง. แรงเสียดทานมากกว่าแรงที่กระทำ
- จ. แรงผลักน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ รวมกับแรงเสียดทาน

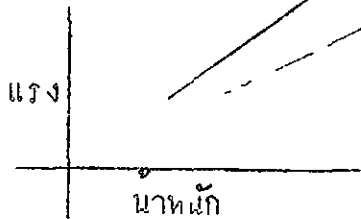
5. การแบ่งชนิดของแรงเสียดทานไว้จะมีอะไรบ้าง ?

- ก. ความเร่ง
- ข. การเคลื่อนที่
- ค. สภาพสมดุล
- ง. มวลของวัตถุ
- จ. น้ำหนักของวัตถุ

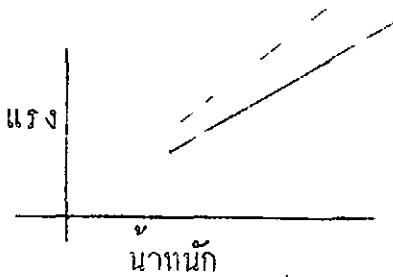
6. ข้อใดเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของวัตถุกับแรงที่ไว้คั้งในแนวนอน เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

..... วัตถุเริ่มเคลื่อนที่
วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

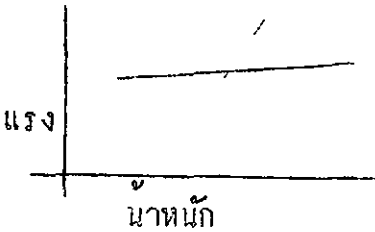
ก.



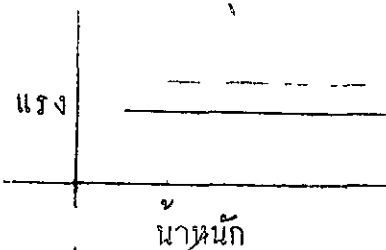
ข.



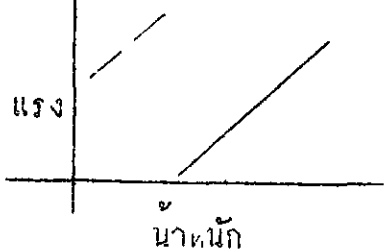
ค.



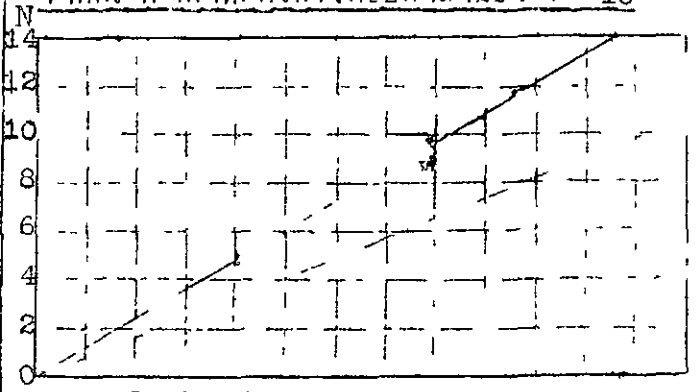
ง.



จ.



วาดกราฟต่อไปนี้ตามคิโงงตอบคำถามข้อ 7 - 10



7. ถาออกแรง 6 นิวตัน ทำในวัตถุชนิดที่เริ่มเคลื่อนที่ น้ำหนักของวัตถุเท่ากับเท่าไรและแรงที่ไว้กระทำวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เท่ากับเท่าไร

- ก. น้ำหนัก 5 N แรงที่ไว้ 4 N
ข. น้ำหนัก 5 N แรงที่ไว้ 5 N
ค. น้ำหนัก 5 N แรงที่ไว้ 7.5 N
ง. น้ำหนัก 7.5 N แรงที่ไว้ 6 N
จ. น้ำหนัก 7.5 N แรงที่ไว้ 6 N

8. ถาออกแรง 8 นิวตันทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ น้ำหนักของวัตถุเท่ากับเท่าไร และแรงที่ไว้กระทำเพื่อไว้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่บีกาเท่าไร

- ก. น้ำหนัก 10 N แรงที่ไว้ 6.7 N
ข. น้ำหนัก 10 N แรงที่ไว้ 10 N
ค. น้ำหนัก 10 N แรงที่ไว้ 12 N
ง. น้ำหนัก 10 kg แรงที่ไว้ 12 N
จ. น้ำหนัก 12 N แรงที่ไว้ 10 N

9. สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิตเท่ากับเท่าไร ?

- ก. 0.16
- ข. 0.80
- ค. 0.33
- ง. 1.20
- จ. 1.25

10. สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์เท่ากับเท่าไร ?

- ก. 0.08
- ข. 0.24
- ค. 0.30
- ง. 0.33
- จ. 1.20

11. จากกราฟสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิตมีค่าเท่าไร ?

- ก. 0.5
- ข. 2.0
- ค. 1.0
- ง. 32
- จ. 72

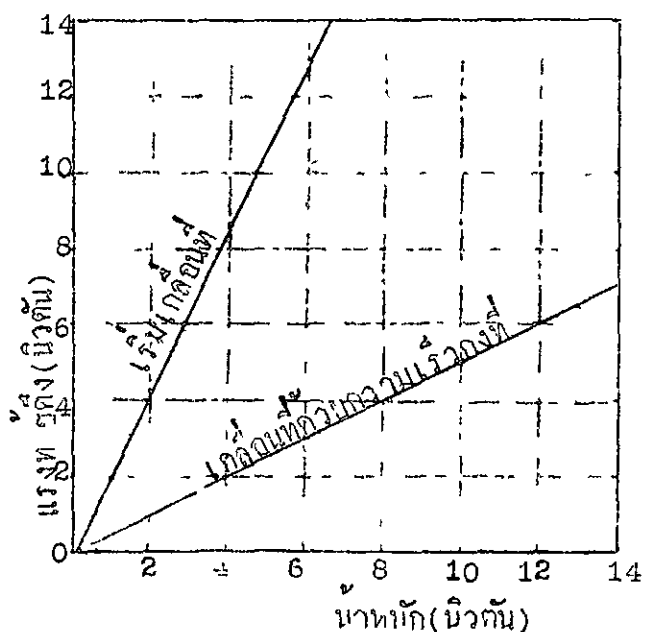
12. จากกราฟ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์มีค่าเท่าไร ?

- ก. 0.407
- ข. 0.5
- ค. 2
- ง. 4
- จ. 8

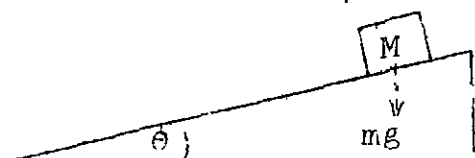
13. ถ้าน้ำหนักวัตถุ 4 นิวตัน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิตเป็นกี่เท่าของสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์

- ก. 0.25
- ข. 0.5
- ค. 2
- ง. 4
- จ. 16

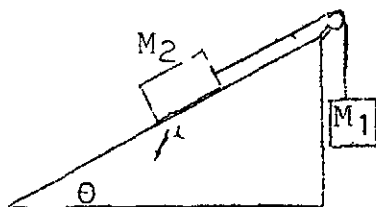
จากกราฟที่กำหนดให้จงตอบคำถามข้อ 11 - 13



14. จากระบบ วัตถุมวล M วางบนพื้นราบเรียบ จะเคลื่อนที่ลงโดยมีแรงถูกลงเท่าไร



- ก. mg
 ข. $mg \sin \theta$
 ค. $mg \cos \theta$
 ง. $mg + M \sin \theta$
 จ. $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$
15. จากระบบวัตถุมวล M_2 วางบนคันเคียงที่มี ความเสียด และมวล M_1 แขวนโยงผ่านรอก ถัดกับมวล M_2 ซึ่งมีผลทำให้วัตถุมวล M_2 เคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วคงที่ สมประสิทธิ์ ของแรงเสียดทานบนพื้นเคียงเท่ากับข้อใด



- ก. $\tan \theta$
 ข. $\frac{M_1 - M_2 \sin \theta}{M_2 \cos \theta}$
 ค. $\frac{M_1 - M_2 \cos \theta}{M_2 \sin \theta}$

ง. $\frac{M_2 \sin \theta - M_1}{M_2 \cos \theta}$

จ. $\frac{M_2 \cos \theta - M_1}{M_2 \sin \theta}$

16. แท่งไม้ท่อนหนึ่งมีน้ำหนัก 200 นิวตัน เมื่อออกแรงผลัก 50 นิวตันในแนว ระนาบ ปรากฏว่าท่อนไม้เคลื่อน ที่ด้วยความเร็วคงที่ สมประสิทธิ์ ของความเสียดทานลื่นระหว่าง ท่อนไม้กับพื้นเท่ากับเท่าไร

- ก. 0.25
 ข. 0.40
 ค. 4
 ง. 250
 จ. 10,000

" ศาสนาพุทธ "

โปรดอ่านคำสั่งให้ดีก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ 5 ข้อ

2. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้เวลาในการสอบ แต่ักเรียนควร
ได้เสร็จภายในเวลา 10 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบอีก 5 ตัวเลือก คือกาตามแต่ละข้อจะให้
นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเรียงตามข้อที่ 3 ก, ข, ก, ง, หรือ จ
ที่กาหนดให้ เมื่อักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้ว ให้กากเครื่องหมายกากบาท (X)
ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการ เลือกคำตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก ข ก ~~ง~~ จ

ถ้าักเรียนเลือกด้วยแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบไม่ได้ขีด (—) ที่ลง
บนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้กากเจตนาทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่าง
การเปลี่ยนคำตอบจาก ง เป็นข้อ ข ดังนี้

ข้อ (00) ก ~~ข~~ ก ~~ง~~ จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (00) การ บูชาของลูกช้างจัดเป็นสมกุลประเภทใด

ก. ศาสุกจุล

ข. สมกุลสัตว์

ก. สมกุลสัตว์มนุษย์

ง. สมกุลถวการมนุษย์

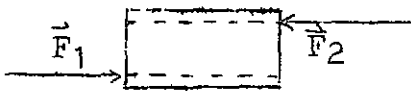
จ. สมกุลของแรงงาน

จะเห็นว่าข้อที่ถูกต้องคือข้อ ข

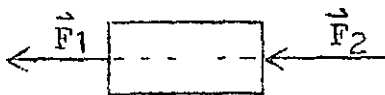
5. จงอย่างขีด เขียนหรือกาเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
ถ้าต้องการทให้กาหนดหลังของกระดาษคำตอบ

1. ถ้าแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาดเท่ากัน ข้อใดที่แรงทั้งสองกระทำให้อัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลที่สมบูรณ์

ก.



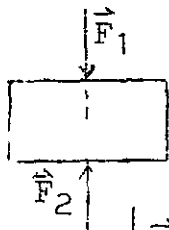
ข.



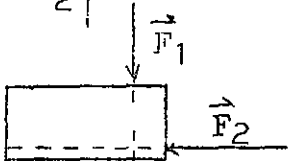
ค.



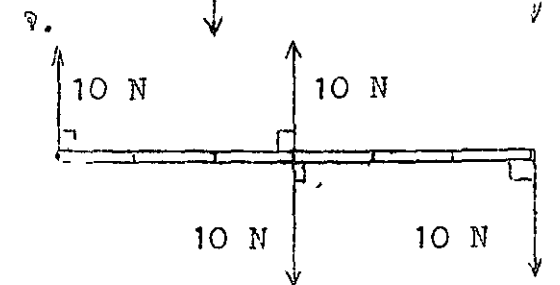
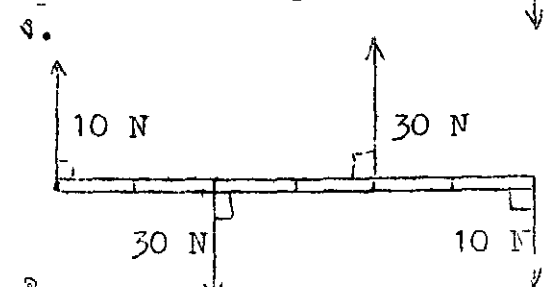
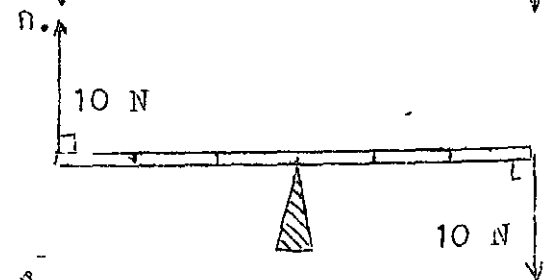
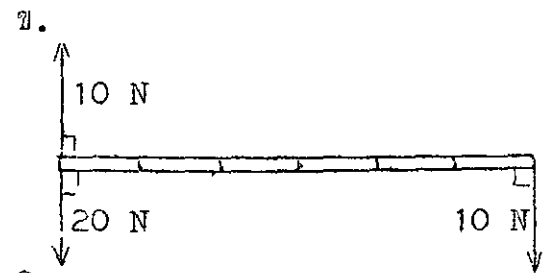
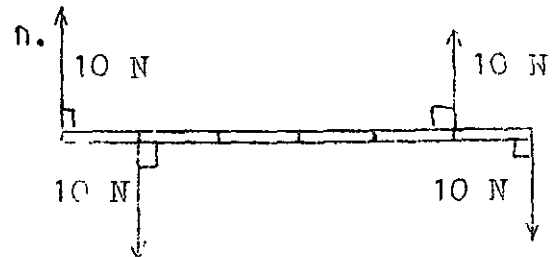
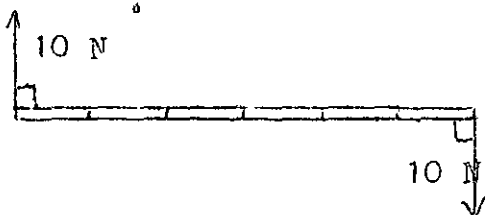
ง.



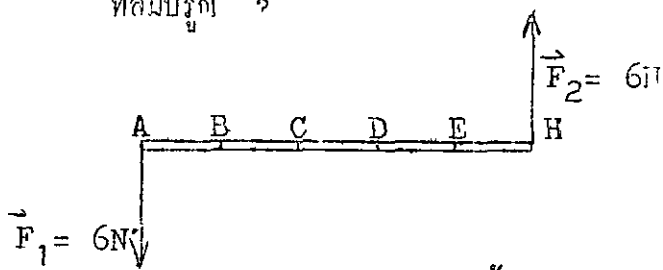
จ.



2. จากรูปแรงคู่ควบขนาด 10 นิวตัน กระทำต่อคานยาว 6 เมตร ข้อใดเป็นวิธีเติบแรงเพื่อให้คานนี้อยู่ในสภาวะสมดุลที่สมบูรณ์



3. จากรูปเป็นแรงคู่ควบขนาด 6 นิวตัน
กระทำตอกานยาว 50 เซนติเมตร ข้อใด
เป็นวิธีที่จะทำให้กานนี้อยู่ในสภาพสมดุล -
ที่สมบูรณ์ ?



- หาจุดหมุนของกาน AH นี้
- เติมแรงที่มีขนาด 12 นิวตันที่จุด A โดยให้มีทิศทางตรงกันข้ามกับ $\vec{F}_1$
- เติมแรงที่จุด D ให้มีขนาด 10 นิวตัน และมีทิศทางตรงกันข้ามกับ $\vec{F}_2$
- เติมแรงที่มีขนาด 10 นิวตันที่จุด B และ E ให้มีทิศทางตรงกันข้ามกับ $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$
- เติมแรงที่มีขนาด 6 นิวตันที่จุด B และ E ให้มีทิศทางตรงกันข้ามกับ $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$

- หาจุดกอนอย่างไหนดีกว่ากัน เพราะเหตุใด ?
 - หาจุดดีกว่า เพราะเก็ลล์ดไว้ใกล้ศอก
 - หาจุดดีกว่า เพราะรับน้ำหนักน้อยกว่า
 - หาจุดดีกว่า เพราะรับน้ำหนักทั้งสองข้าง
 - กอนดีกว่า เพราะช่วยผ่อนแรง
 - กอนดีกว่า เพราะรับน้ำหนักเพียงข้างเดียว
5. หวงบาลัษฏยเก็เป็นวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ถ้าเกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่หวงบาลัษฏ 200 นิวตัน - เมตร แรงที่กระทำต่อมือจะห่างเท่ากับกี่นิวตัน
- 1
 - 50
 - 100
 - 400
 - 2,500