สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี

A DEVELOPMENT OF PHYSIC SCIENCE PROCESS SKILL STANDARDIZED TEST FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENT IN CHONBURI PROVINCE

TO47548

ปัณริสา บ้านพวน

PANNARISA BANPOUN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47548
วัน, เดือน, ปี 20 ส.ค. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-525-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A DEVELOPMENT OF PHYSIC SCIENCE PROCESS SKILL STANDARDIZED TEST FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENT IN CHONBURI PROVINCE

PANNARISA BANPOUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN SCIENCE EDUCATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN 974-324-525-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 จังหวัดชลบุรี**
นักศึกษา	**นางปัณริสา บ้านพวน**
รหัสประจำตัว	39064222
ปริญญา	**ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต**
สาขาวิชา	**การศึกษาวิทยาศาสตร์**
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ**
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	**ดร.รังสรรค์ มณีเล็ก**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 336 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ คือ การนิยามปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูลและการสรุปและนำเสนอผล ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ PR-Test และ SPSS for Windows

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ตั้งแต่ 0.6-1.0

1.2 ค่าความยากรายข้อของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.31- 0.77

1.3 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.31- 0.92

1.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเป็น 0.89

2. เกณฑ์ปกติ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เมื่อนำมาหาค่าคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T14-T80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Development of Physic Science Process Skill Standardized Test for Mathayomsuksa 4 Student in Chonburi Province
Student	Mrs.Pannarisa Banpoun
Student ID.	39064222
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Science Education
Year	2003
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Punnee Leekitchwatana
Thesis Co-advisor	Dr.Rangsan Maneelek

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop the standardized physics science process skill test for Mathayomsuksa 4 Students in Chonburi. The samples consisted of 336 students of the second semester of the 2002 academic year who were selected by stratified random sampling. The research instrument was the 4 multiple-choices science process skill test. These 40 items of the test covered 5 science process skills namely defining problems, hypothesizing, experimental design and data collection, data processing, conclusion and communication. The data were analyzed by using testing evaluation, PR-Test and SPSS for Windows.

The research findings were as follows :

1. The quality analysis of the physics science process skill standardized test were showed that :

1.1 The test items had the index of item-objective congruency ranged from 0.6-1.00

1.2 The difficulty power of test item ranged from 0.31-0.77

1.3 The discriminating power of test ranged from 0.31-0.92

1.4 The reliability of the test showed 0.89

2. Norms of the test ranged from T14 to T80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ และ ดร.รังสรรค์ มณีเล็ก ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ดร.มนัส บุญประกอบ และดร.ฉันทนา โหมดมณี ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทนงศักดิ์ ประสพกิตติคุณ อาจารย์พิมล พงศ์เผ่า อาจารย์ทัศนีย์ อ้วนคำ อาจารย์กิตติ นิธิประภาวัฒน์ อาจารย์สุนีย์ อิทธิปุณกุล และครูทุกท่านที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ช่วยเหลือในการแนะนำการตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือ เพื่อใช้ในการศึกษา ขอบคุณอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดชลบุรี ทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโทวิชาเอกการศึกษาวิทยาศาสตร์ รุ่นที่ 4 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ รอ.สำเริง บ้านพวน รน. และเจ้าหน้าที่งานบัณฑิตศึกษา ที่คอยช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอได้รับความขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนญาติพี่น้องที่ได้ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และให้กำลังทรัพย์สนับสนุนในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จการศึกษา

ปัณริสา บ้านพวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....5

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....9

2.1 หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).....9

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....15

2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....18

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม.....28

2.5 เกณฑ์ปกติ.....39

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....44

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....44

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....45

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....51

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....55

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....66

5.1 สรุปผลการวิจัย 66

5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....68

5.3 ข้อเสนอแนะ.....70

บรรณานุกรม.....71

ภาคผนวก.....75

ภาคผนวก ก.....76

ภาคผนวก ข.....79

ภาคผนวก ค.....81

ภาคผนวก ง.....83

ภาคผนวก จ.....97

ภาคผนวก ฉ.....104

ประวัติผู้เขียน.....106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2545 ที่เป็นประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน.....45

3.2 จำนวนข้อของข้อสอบในแต่ละฉบับ จำแนกตามกลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ.....49

4.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....55

4.2 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกเป็นรายข้อจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1.....57

4.3 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกเป็นรายข้อจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 2.....58

4.4 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) หมายเลขข้อของข้อสอบที่คัดเลือกไว้ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 5 กลุ่มทักษะ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1..... .59

4.5 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) หมายเลขข้อของข้อสอบที่คัดเลือกไว้ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 5 กลุ่มทักษะ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 2..... .60

4.6 ค่า(p) ค่า (q) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน จำนวน 40 ข้อ.....62

4.7 คะแนน ความถี่ ความถี่สะสม ครึ่งหนึ่งของความถี่ ความถี่สะสมลบด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ คะแนนทีปกติ (Normalized T- Score).....64

ก 1 รายชื่อและขนาดโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ที่เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์- คณิตศาสตร์.....77

ค 1 คะแนนการสอบของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน ในการทดลองใช้ครั้งที่ 2.....82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ 1 การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติ.....103

ฉ 1 ค่าสถิติ คะแนนที (T – Score) 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	โครงสร้างลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)	12
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก	37
3.1	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ยอมรับกันว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก (Concept) หลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ให้นักเรียนได้รับพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher-orders thinking) มีกระบวนการศึกษาหาความรู้ (Processes of learning) มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการสื่อสารและการตัดสินใจ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) และร่วมมือร่วมใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงต้องเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ นั่นคือให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ตัวนักเรียน ครูจึงต้องแสดงบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitators) มากกว่าเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างและหาความรู้ด้วยตนเอง (ประมวล ศิริผันแก้ว. 2542 : 72) ดังนั้นครูต้องปรับเปลี่ยนบทบาท เป็นผู้จัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ จัดสื่อการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการเรียนอย่างตลอดชีวิตและตลอดเวลา เรียนด้วยตนเองได้จากแหล่งวิชาการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็นพัฒนาชีวิตการคิดอย่างสร้างสรรค์และต่อเนื่อง ครูจะต้องทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อนำมาปรับปรุงการสอน แสวงหาวิธีสอนใหม่ ๆ นอกจากนั้น ยังต้องทำหน้าที่ประสานความร่วมมือกับเพื่อนครู ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชน มาร่วมกันพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้สูงสุด (เทื้อน ทองแก้ว. 2542 : 81)

การที่จะพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงใด จึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของครูที่เน้นการสร้างแนวทางการใฝ่รู้ด้วยกระบวนการคิดด้วยเหตุผล การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การค้นคว้าทดลองและปฏิบัติการ การสร้างพื้นฐานให้รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ให้เป็นกระบวนการเรียนรู้ การรู้จักชั่งน้ำหนักข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล การตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การดำเนินการ และการสรุปผลการดำเนินการและนำผลการดำเนินการมาแก้ไขข้อบกพร่องในโอกาสต่อไป เหล่านี้เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ควรจะได้นำมาสู่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี (นิเชต สุนทรพิทักษ์. 2542 : 59)

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ก็คือการนำหลักการและวัตถุประสงค์ของการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอนวิทยาศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนได้อย่างถูกต้อง สำหรับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ตามหลักสูตรของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายไว้ในข้อที่ 4 ว่าเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่สำคัญนั้นหมายถึงทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาโครงสร้างและความสัมพันธ์ ตลอดจนการแสวงหาความรู้ รวบรวมและรายงานอย่างมีประสิทธิภาพ

วิชาฟิสิกส์จัดว่าเป็นวิชาที่สำคัญสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งอยู่ในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติของสสารและพลังงาน เป็นวิชาที่ให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยต้องอาศัยการคิดหาเหตุผลและค้นคว้าเพื่ออธิบายลักษณะที่เป็นเหตุผลผลทางกายภาพของวัตถุ การศึกษาวิชาฟิสิกส์จะมุ่งเน้นหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติทุกชนิดและรวมถึงเป็นความรู้พื้นฐานให้กับวิทยาการด้านวิศวกรรมศาสตร์ เป็นที่มาของเทคโนโลยีและสารสนเทศที่ใช้ ในการก่อสร้าง การติดต่อสื่อสาร ด้านแพทยศาสตร์ ความรู้ที่จัดว่าเป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ได้แก่ กลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง ไฟฟ้า แม่เหล็ก ฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์นิวเคลียร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาแบบเรียนและคู่มือครู ในวิชาฟิสิกส์ได้กล่าวถึงจุดประสงค์เฉพาะของวิชาฟิสิกส์ไว้ว่า ให้นักเรียนเกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และสามารถแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ สิ่งที่นักเรียนค้นพบอาจเป็นการค้นพบมโนมติทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นการพบหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักการทางฟิสิกส์ ไปประยุกต์กับปัญหาต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและปฏิบัติ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยเพิ่มความสามารถและความเข้าใจในการแก้ปัญหาได้ โดยหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่นี้จะมีความยืดหยุ่นมากขึ้น และมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้ค้นพบความถนัดและความสนใจของตนเอง มีความรู้พื้นฐานสำหรับการประกอบสัมมาอาชีพ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2537 : 106) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนตัวเนื้อหาความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2539 : 4) การวัดและการประเมินผลจึงเป็นกิจกรรมสำคัญที่จะนำไปใช้ เพื่อบ่งบอกถึงระดับความมากน้อยของผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน (สุมาลี จันทร์ชลอ. 2542 : 9) การสอบวัดสิ่งใดจะให้ดีมีคุณภาพ จะต้องมีเครื่องมือการวัดที่เหมาะสม เครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการวัดความสามารถในการเรียนรู้ ก็คือ แบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 85) และในการวัดผลนั้นจะต้องสร้างเครื่องมือที่ต้องการนำไปวัดผลให้มีคุณภาพ ที่เชื่อมั่นได้ เพื่อผลการวัดที่ออกมาจะได้เป็นคะแนนความรู้จริงของนักเรียนที่ปราศจากความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวัด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 209) จะเห็นได้ว่าการวัดผลเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งในบทบาทของครูผู้สอนเพราะนอกจากจะใช้เป็นมาตรการสำหรับประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนแล้ว ยังใช้เป็นมาตรฐานในการตรวจสอบการปฏิบัติงานของตนเองว่าได้ผลเป็นไปตามเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ ฉะนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจและสามารถดำเนินการวัดผลการเรียนการสอนได้ ซึ่งกิจกรรมหลักในการวัดผลการเรียนการสอน ได้แก่ การสร้างข้อสอบ การจัดสอบ การตรวจให้คะแนน การตีความหมายของคะแนนที่ได้จากการสอบวัด (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535 : 1)

จากแนวทางการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่ให้ประสบความสำเร็จ โดยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสำคัญของการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน เพื่อให้ได้แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์และสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะได้เครื่องมือวัดที่สามารถนำไปเป็นการพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์และทำให้ครูผู้สอนได้ทราบข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบความสามารถของนักเรียน เพื่อที่จะได้นำไปปฏิบัติต่อนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ อันจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทำให้เป็นมาตรฐาน โดยการหาค่าต่างๆดังต่อไปนี้
    1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
    2. ค่าความยาก (Difficulty)
    3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)
    4. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ สำหรับแปลความหมายของคะแนนจากผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี" ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดไว้เป็นกลุ่ม 5 ทักษะ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นไปในลักษณะที่เน้นกระบวนการในการแก้ปัญหา (Problem Solving) และการตัดสินใจ (Decision Making) ผู้วิจัยได้ยึดแนวทางนี้เป็นกรอบแนวคิดเพื่อในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ โดยกำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์กำหนดไว้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ 5 กลุ่มทักษะ ดังนี้

1. การนิยามปัญหา ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ
   1.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
   1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ
   3.1 การสังเกต
   3.2 การวัด
   3.3 การทดลอง
4. การจัดกระทำกับข้อมูล ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ
   4.1 การจำแนกประเภท
   4.2 การคำนวณ
   4.3 การจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
5. การสรุปและนำเสนอผล ประกอบด้วยทักษะต่างๆ คือ
   5.1 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
   5.2 การพยากรณ์
   5.3 การลงความเห็นจากข้อมูล

1.3.2 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกรมวิชาการ (2533 : 195-208) มาเป็นกรอบในการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเลือกใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด 4 ตัวเลือก โดยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากของข้อสอบ อำนาจจำแนกของข้อสอบ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ และหาเกณฑ์ปกติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ ดังนี้

1.1 ทักษะการนิยามปัญหา

1.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1.3 ทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล

1.4 ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

1.5 ทักษะการสรุปและนำเสนอผล

2. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่นำมาใช้เป็นขอบเขตในการออกข้อสอบ มีดังนี้

2.1 เรื่อง การวัดและแปลความหมายข้อมูล ประกอบด้วย เนื้อหาดังนี้

2.1.1 การแสดงผลของการวัด

2.1.2 การอ่านผลจากเครื่องมือวัด

2.1.3 การเลือกใช้เครื่องมือวัด

2.1.4 สิ่งที่มีผลกระทบต่อความถูกต้องของการวัด

2.1.5 การบันทึกข้อมูลลงในตาราง

2.1.6 การนำเสนอข้อมูล

2.1.7 การเขียนกราฟระบบพิกัดฉาก

2.1.8 การวิเคราะห์และแปลความหมายของกราฟเส้นตรง

2.2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

2.2.1 ระยะทางการเคลื่อนที่

2.2.2 อัตราเร็วของวัตถุ

2.2.3 การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

2.2.4 การบอกตำแหน่งของวัตถุสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง

2.2.5 การกระจัด

2.2.6 การรวมเวกเตอร์

2.2.7 ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8 ความเร่ง

2.2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว-เวลา กับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง

2.2.10 สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว

2.3 เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

2.3.1 แรง

2.3.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

2.3.3 มวล

2.3.4 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

2.3.5 น้ำหนัก

2.3.6 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

2.3.7 การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2,079 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี โดยคำนวณตามสูตรของ Yamane ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 336 คน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถที่แสดงออกในลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดไว้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ 5 กลุ่ม ทักษะดังนี้

1.1 การนิยามปัญหา หมายถึง การทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองนั้นให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

1.1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

1.2 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งขึ้นอาจถูก หรือผิดจะทราบได้หลังจากการทดลองแล้วว่าผลที่ได้จากการทดลองเป็นการสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น

1.3 การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล หมายถึง การวางแผนการศึกษาหรือหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้คือ

1.3.1 การสังเกต

1.3.2 การวัด

1.3.3 การทดลอง

1.4 การจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองมาจัดระบบหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ หรือความแตกต่างที่ชัดเจน มีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้คือ

1.4.1 การจำแนกประเภท

1.4.2 การคำนวณ

1.4.3 การจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล

1.5 การสรุปและนำเสนอผล หมายถึง การประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและศึกษาค้นคว้า เพื่อทดสอบสมมติฐานการทดลองที่ตั้งขึ้นว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานนั้นอย่างไร และเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบอาจเป็นรายงานโดยการพูดหรือเขียน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1.5.1 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

1.5.2 การพยากรณ์

1.5.3 การลงความเห็นจากข้อมูล

2. คุณภาพของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ทำให้เป็นมาตรฐานโดยหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อที่ถามนักเรียนให้แสดงทักษะและความรู้ตามที่จุดมุ่งหมายของวิชานั้นกำหนดไว้ และเมื่อรวมข้อสอบทุกข้อเป็นแบบทดสอบจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ (Difficulty) หมายถึง จำนวนเปอร์เซ็นต์หรือค่าสัดส่วน ของนักเรียนที่เลือกตอบคำตอบนั้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับนักเรียนทั้งหมด ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (Discrimination) หมายถึง ค่าที่แสดงว่าข้อสอบในแบบทดสอบสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูงและกลุ่มที่มีความสามารถต่ำได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้คงที่แน่นอน

3. เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจกของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการสอบแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นตัวแทนที่จะบอกระดับการสอบของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร โดยแสดงลงในตาราง ซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score)

4. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ คือ

2.1 หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม

2.5 เกณฑ์ปกติ

2.1 หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

หลักสูตร คือ แผนซึ่งได้ออกแบบจัดทำขึ้นเพื่อแสดงถึงจุดหมาย การจัดเนื้อหาสาระ กิจกรรมและมวลประสบการณ์ในแต่ละโปรแกรมการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ (ธำรง บัวศรี. 2532 : 6) หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : ง-จ) ได้กล่าวไว้ในคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว่า

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ประกอบด้วย 6 รายวิชา โดยจัดเป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว 421 และเป็นวิชาเลือกเสรีอีก 5 รายวิชา คือ ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 แต่ละรายวิชามี 2 หน่วยการเรียน (4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน)

เนื่องจากหลักสูตรวิชาฟิสิกส์นี้ มุ่งสำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักไปทางวิทยาศาสตร์จึงได้รวบรวมความรู้ แนวคิด และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญของวิชาฟิสิกส์ไว้ทั้งหมด โดยจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหา ให้เหมาะสมกับระดับอายุในแต่ละขั้นเป็นลำดับตามหลักเหตุและผล นักเรียนที่มุ่งศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปจึงควรเรียนฟิสิกส์ทั้ง 6 รายวิชา

ลักษณะสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่นี้ ยังคงเน้นการผสมผสานระหว่างเนื้อหาความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติ และมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 นี้ในภาพรวมแล้วแตกต่างจากหลักสูตรเดิม พ.ศ. 2524 ไม่มากนัก โดยมีการเพิ่ม และลดเนื้อหาบางส่วน อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณาในเชิงของการนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากหลักสูตรเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นซึ่งในการปรับปรุงครั้งนี้คือ

- ปรับลดปริมาณเนื้อหาในชั้น ม.4 และ ม.5 และเพิ่มปริมาณเนื้อหาในชั้น ม.6 เช่น การเคลื่อนที่แบบหมุนไฟฟ้ากระแสสลับ และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

- กระจายเนื้อหาเชิงกลศาสตร์ใหม่มีเรียนทุกระดับชั้น และย้ายการวิเคราะห์เชิงเวกเตอร์จากระดับ ม.4 ไปไว้ในระดับ ม.5 และ ม.6

- ปรับหัวข้อปรากฏการณ์คลื่น โดยเน้นในเชิงปรากฏการณ์มากกว่าการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ และย้ายไปไว้ในระดับ ม.4

- ย้ายหัวข้อแสงเชิงเรขาคณิตไปไว้ในระดับ ม.4 และเน้นศึกษาสมบัติของแสงจากปฏิบัติการ

- ย้ายหัวข้อแสงเชิงฟิสิกส์ไปไว้ระดับ ม.6 รวมกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ย้ายหัวข้อเสียงไปไว้ระดับ ม.4 และเน้นศึกษาสมบัติของเสียงจากปฏิบัติการ

ตัดการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ยังไม่จำเป็นในระดับนี้ออก เช่น การคำนวณเลนส์ การคำนวณอัตราเร็วโมเลกุลของแก๊ส

2.1.1 จุดประสงค์หลักสูตรวิชาฟิสิกส์

จุดประสงค์ของหลักสูตรเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของหลักสูตร ซึ่งหมายถึง ผลส่วนรวมที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากที่เรียนจบหลักสูตรไปแล้ว (ธำรง บัวศรี. 2533 : 8) จุดประสงค์หลักสูตรวิชาฟิสิกส์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : ง-จ) ได้กล่าวไว้ในคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว่า

ในการสอนวิชาใด ๆ ก็ตาม ครูผู้สอนจะต้องเข้าใจถึงเหตุผลที่ว่าทำไมต้องสอนวิชานั้นเสียก่อนเพราะความเข้าใจดังกล่าว จะเป็นสิ่งกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนต้องรับผิดชอบ ดังนั้นครูฟิสิกส์จึงต้องศึกษาให้เข้าใจในจุดประสงค์ของวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อจะสามารถใช้ความเข้าใจดังกล่าวในการตัดสินใจเลือกดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพของแต่ละชั้นเรียน จุดประสงค์วิชาฟิสิกส์มีดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี

3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด

4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิด และเชิงปฏิบัติ

6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

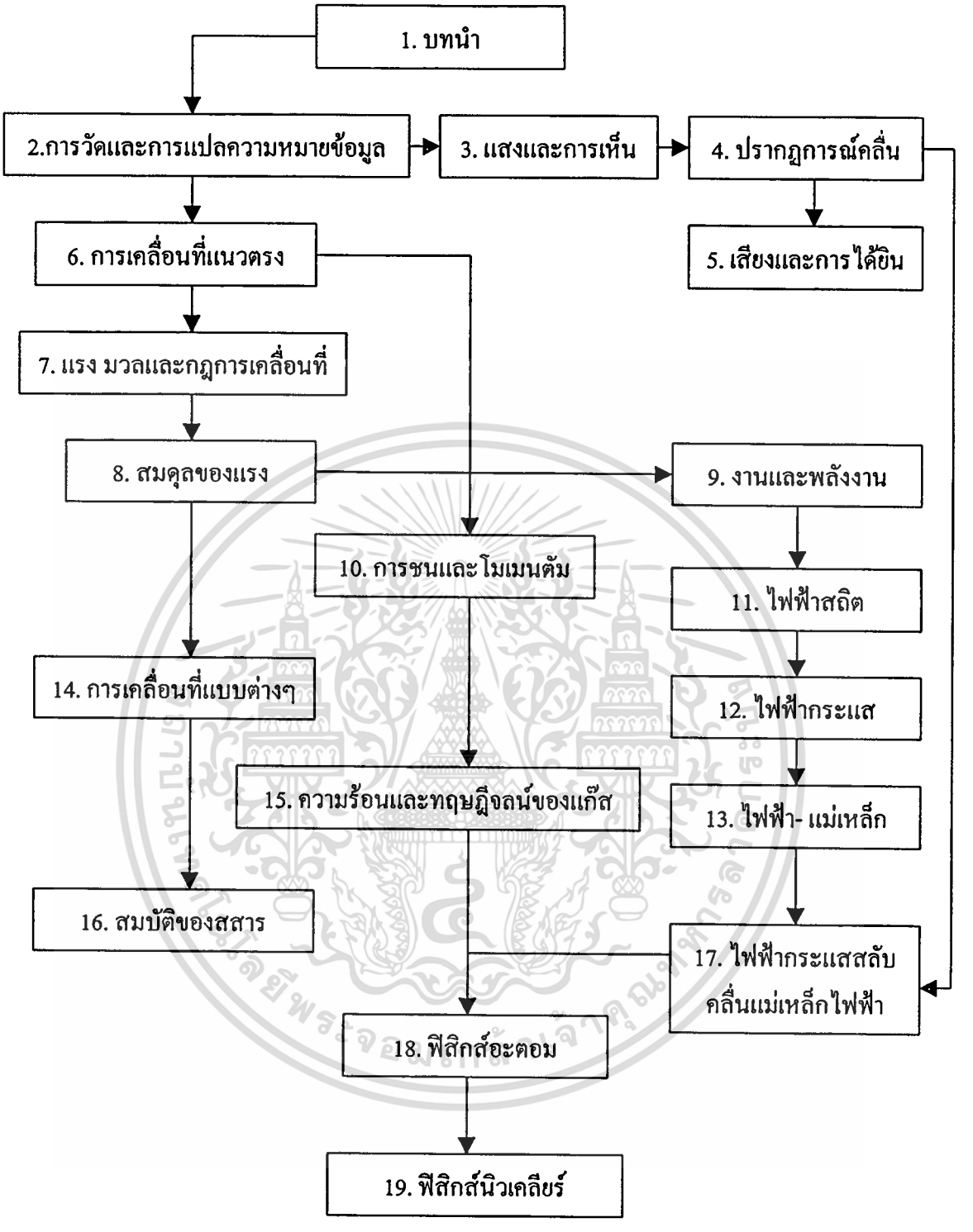
8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2 เนื้อหาสาระของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์

เนื้อหาสาระของหลักสูตรหมายถึง สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และประสบการณ์ที่ต้องการให้ได้รับ หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ประกอบด้วย 6 รายวิชา จัดเป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว 421 และเป็นรายวิชาเลือกเสรีอีก 5 รายวิชา คือ ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 แต่ละรายวิชาคิดเป็น 2 หน่วยการเรียน โดยรายวิชาที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานของการเรียนในรายวิชาที่เรียนมาตามลำดับ ซึ่งจัดให้เรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน สำหรับโครงสร้างลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรนี้ แสดงไว้ดังแผนภาพที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 โครงสร้างลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแต่ละรายวิชาจะมีคำอธิบายรายวิชาพอสังเขปดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533)

วิชาบังคับเลือก

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 421 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาธรรมชาติและขอบเขตของวิชาฟิสิกส์ ธรรมชาติของการวัด ความผิดพลาดในการวัดและฝึกปฏิบัติการเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัด

ศึกษาหลักการพื้นฐานของแสงและปรากฏการณ์คลื่นในเรื่อง ธรรมชาติของแสงและสมบัติของแสงเชิงเรขาคณิตของแสง หลักการของทัศนอุปกรณ์บางชนิด ทฤษฎีการรับรู้สีของนัยน์ตาคน สมบัติพื้นฐานของคลื่น และการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับคลื่น รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ

เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับแสงและปรากฏการณ์คลื่น

วิชาเลือกเสรี

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 021 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของเสียง และการเคลื่อนที่ของวัตถุในเรื่อง ธรรมชาติของเสียง สมบัติของคลื่นเสียง เรโซแนนซ์ของเสียง และเครื่องดนตรี หูและการได้ยินของมนุษย์ความเข้มของเสียง และมลภาวะของเสียง ปรากฏการณ์ดอฟเพลอร์ และคลื่นกระแทก วิธีการบอกตำแหน่งวัตถุ และวิธีการบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหา เกี่ยวกับเสียงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 022 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของสถิตยศาสตร์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมในเรื่องสมดุลของแรงและเงื่อนไขที่ทำให้เกิดสมดุล การหาค่างาน พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงานกลและประสิทธิภาพของเครื่องกลการชนกันของวัตถุและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับสถิตยศาสตร์ การอนุรักษ์พลังงานและการอนุรักษ์โมเมนตัม

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 023 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของไฟฟ้าและแม่เหล็กในเรื่อง กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความจุไฟฟ้า กฎของโอห์ม สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง การหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการของมอเตอร์ รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็ก

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 024 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของจลนพลศาสตร์ ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและสมบัติของสสารเนื้อแน่น ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนววงกลม การเคลื่อนที่ฮาร์มอนิกอย่างง่าย การเคลื่อนที่แบบหมุน ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและการนำไปอธิบายสมการสถานะของแก๊ส หลักการวัดความดันในของไหลและกฎของพาสคัล แรงลอยตัว และหลักการของอาร์คีเมดส แรงกระทำต่อวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในของไหล ความยืดหยุ่นของของแข็ง รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับจลนพลศาสตร์ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และสมบัติของสสารเนื้อแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 025 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์ในเรื่อง กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์ และกฎของเลนส์ หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วงจรพื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรงแนวคิดทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์และการทดลองของเฮิรดซ์ สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประวัติการค้นพบอิเล็กตรอน แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมและแนวคิดพื้นฐานของกลศาสตร์ควอนตัม ปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ การป้องกันอันตรายและการใช้ประโยชน์จากกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์รวมทั้งการฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้ และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์

สรุปได้ว่า เนื้อหาสาระของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ฉบับพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้จัดทำแผนดำเนินงานให้สอดคล้องกับนโยบาย และแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเน้นในเรื่องของการสอดแทรกเทคโนโลยีเข้าไปในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน สภาพท้องถิ่น และการพัฒนาประเทศ

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือใช้ในการแก้ปัญหาเป็นทักษะทางความคิด (Intellectual Process Skills) ที่มีขั้นตอนเป็นเหตุเป็นผลที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ หรือเพื่อการแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ จะต้องเริ่มต้นจากกระบวนการในขั้นใด และจะไปสิ้นสุดในขั้นใด หรือจะต้องใช้กระบวนการใดบ้างนั้น ไม่มีข้อกำหนดหรือรูปแบบที่แน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาหรือของการหาความรู้ในแต่ละเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่พึงประสงค์ที่จะต้องสร้างให้เกิดขึ้นในผู้เรียนจนเป็นนิสัย เพื่อให้เป็นผู้ที่คิดอย่างเป็นระบบมีเหตุผล และตัดสินปัญหาด้วยข้อมูล ได้มีผู้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันตามที่ผู้จำแนกนั้น ๆ เห็นเหมาะสม แต่หากพิจารณาในสาระของทักษะเหล่านั้น โดยส่วนรวมแล้วพบว่าประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ในการหาความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อรวบรวมข้อมูลในการตัดสินใจเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 กลุ่มทักษะ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นไปในลักษณะที่เน้นกระบวนการในการแก้ปัญหา (Problem Solving) และการตัดสินใจ (Decision Making) ทักษะ 5 กลุ่มดังกล่าวนั้นคือ

1. การนิยามปัญหา (Defining Problems) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองนั้นให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

1.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition) เป็นการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น และตัวแปรที่ต้องควบคุม

ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) คือ สิ่งอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งจะต้องควบคุมไม่ให้มีความแตกต่างกัน เพื่อจะทำให้ผลการทดลองถูกต้อง ไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากตัวแปรอื่นเข้ามามีผลร่วมด้วย

2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) เป็นการคิดคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งขึ้นอาจถูก หรือผิดจะทราบได้หลังจากการทดลองแล้วว่า ผลที่ได้จากการทดลองเป็นการสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น

3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection) เป็นการวางแผนการศึกษาหรือหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

3.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย ไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรืออาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วย เช่น ใช้แว่นขยาย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ในการบันทึกผลการวัดทุกครั้งจะต้องมีหน่วยวัดกำกับเสมอ เป็นการเปรียบเทียบวัตถุหรือเหตุการณ์กับมาตรฐานอาจเป็นด้านความยาว พื้นที่ ปริมาตร มวล อุณหภูมิ แรง หรือ เวลา

3.3 การทดลอง (Experimenting) หมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

3.3.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3.3.2 การปฏิบัติการทดลองเป็นการดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบ หรือวางแผนไว้

3.3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ อาจจำเป็นต้องออกแบบตารางบันทึกข้อมูลเพื่อสะดวกและง่ายต่อการบันทึกข้อมูล

4. การจัดกระทำกับข้อมูล (Data Processing) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้าและทดลองมาจัดระบบหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ หรือความแตกต่างที่ชัดเจนมีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการจัดหมวดหมู่ หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.2 การคำนวณ (Calculating) หมายถึง การนับจำนวนวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรืออื่น ๆ

4.3 การจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ ที่จัดทำในข้อ 4.1 และ 4.2 แล้วนั้น มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจใน ความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ บรรยาย เป็นต้น

5. การสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communication) เป็นการประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และศึกษาค้นคว้า เพื่อทดสอบสมมติฐานการทดลองที่ตั้งขึ้นว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้นอย่างไร และเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบอาจเป็นรายงานโดยการพูด หรือเขียนประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เป็นการอ่านตาราง กราฟ แผนภูมิ ฯลฯ แล้วอธิบายความหมายเพื่อตอบปัญหาที่ทำการศึกษาหรือทดลองนั้น ๆ

5.2 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ ในการทดลองนั้น ๆ ประกอบกันกับหลักการ กฎหรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยกันสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

5.3 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การขยายความคิดหรือความรู้ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลตามหลักการ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎี รวมทั้งจากผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ ไปยังกลุ่มประชากร

2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Sund and Picard (อ้างใน รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. 2531 : 11) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ หรือไม่

สสวท. ได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหา และพฤติกรรมทักษะซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

สสวท. ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กะทัดรัด อ่านเข้าใจง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้คำถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาอ่านมากเกินความจำเป็น

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บ่งชัดว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่อง และกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูกและให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ

ถ้าเป็นข้อทดสอบแบบให้ตอบสั้นๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจงคำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกก็ต้องยอมรับ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ซึ่งจัดเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน เนื่องจากทำการหาคุณภาพหลายครั้ง และสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีผู้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์น้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยขอนำเสนองานวิจัยที่เห็นว่ามีส่วนเกี่ยวข้องและพอที่จะนำมากล่าวไว้ตามลำดับดังต่อไปนี้

เสริม ทัดศรี. 2522 (อ้างใน รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. 2531 : 14) ได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 96 ข้อ วัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 12 ด้าน คือ การสังเกต การจำแนก การวัด การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ คำนวณค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะดังนี้ 0.3986, 0.3254, 0.4369, 0.3204, 0.4237, 0.3238, 0.3277, 0.3763, 0.3743, 0.3552, 0.4558, 0.3164 ตามลำดับ และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.8755 และสรุปว่าทักษะเหล่านั้นน่าจะมี 5 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยความสามารถด้านการสังเกต องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยความสามารถด้านการตีความและสรุป องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วยความสามารถด้านการจำแนกและการตั้งปัญหา องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วยความสามารถด้านการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐานและการนำไปใช้ องค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วยความสามารถด้านการวัด การอธิบาย การทดลอง และการฝึกทักษะ

วิภา ภัทมัย (2522 : ง) ได้ทำการวิจัยเรื่อง สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เลือกเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในเขตจังหวัดชลบุรีทำแบบทดสอบความสามารถทางด้านต่าง ๆ 11 ด้าน ตามสมรรถภาพทางสมอง 6 ตัวแปร ได้แก่ ความสามารถทางด้าน ภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล การตีความหมายจากข้อมูล และความจำ ผลจากการวิจัยพบว่า ความสามารถที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือความสามารถทางด้าน คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล และการตีความหมายจากข้อมูล และพบว่า ความสามารถย่อยที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ ความสามารถทางด้านทักษะในการคำนวณ การอุปมาอุปไมย และการตีความหมายจากข้อมูล

อนันต์ จันทร์กวี (2523 : 48) ได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integ-rated skill) ขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยเรื่องผลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2 ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประกอบด้วยทักษะการจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐานการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองรวม 28 ข้อ เมื่อคำนวณค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะด้วยสูตร KR-21 มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับดังนี้ 0.3760, 0.2258, 0.2941, 0.4949 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.6695 เมื่อคำนวณด้วยวิธี Split-half จะมีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะเป็น 0.3966, 0.4674, 0.4109, 0.5456 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.7536

รวีวรรณ อังคนุรักษ์ (2531 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ แบบทดสอบนี้ ประกอบด้วย ข้อคำถามที่วัดองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.20 ถึง 0.85 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละองค์ประกอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2290 ถึง 0.5769 และรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.8383 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.1972 ถึง 0.6202 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ธาราธร ห้วงน้ำ (2532 : ง) ได้ทำการศึกษาปัญหาและความต้องการในการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 12 โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาเลือก จำนวน 751 คน จาก 47 โรงเรียน ในเขตการศึกษา 12 ในปีการศึกษา 2531 ผลการศึกษาพบว่า สภาพการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่นักเรียนต้องการอย่างหนึ่งคือ ต้องการให้ครูสอนเสริมเนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนวิชาฟิสิกส์เนื้อหาและทักษะพื้นฐานวิชาฟิสิกส์ก่อนสอนซ่อมเสริม

สสวท. สร้างแบบทดสอบที่ได้ทำการวิจัยโดยตรงคือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 49 ข้อ ข้อสอบแบบอัตนัย 7 ข้อ โดยใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเห็นว่าจำเป็น ค่าความเชื่อมั่นในส่วนที่เป็นข้อสอบปรนัยเป็น 0.66 ส่วน ข้อสอบอัตนัยมิได้รายงานไว้

เกียรติคุณ กังวาลวงศ์ไพศาล (2533 : 54-55) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก" ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่อยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตมากกว่าโรงเรียนที่มีขนาดกลางและเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิระนันท์ จูนก (2533 : 20) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุโขทัย" ผลการวิจัยพบว่า

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับปานกลาง

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุโขทัย มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลอง แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นพวรรณ ประทุมศิริ (2533 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุตรดิตถ์" ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุตรดิตถ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัด อยู่ในระดับปานกลาง คือร้อยละ 51.77

2. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก

4. นักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนชายในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดสูงกว่านักเรียนชายในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก

5. นักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดสูงกว่านักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดกลาง และขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชัย ลาลุน (2533 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดศรีสะเกษ" ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงในจังหวัดศรีสะเกษ มีทักษะการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนชายในโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีทักษะการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีทักษะการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีทักษะการจำแนกประเภทแตกต่างกัน โดยทักษะการจำแนกประเภท ของนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่สูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก

สุมิตรา คำนึงครวญ (2533 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุโขทัย" ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุโขทัย มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรอยู่ในระดับสูง และปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 49.72 และ 30.51 ตามลำดับ

2. นักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรสูงกว่า นักเรียนชายในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก และนักเรียนชายในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรสูงกว่านักเรียนชายในโรงเรียนขนาดเล็ก

3. นักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรสูงกว่า นักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดเล็ก

4. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรไม่แตกต่างกัน

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรแตกต่างกัน โดยที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดกลาง และขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรสูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก

อาภรณ์ ศิลป์ดอน (2533 : 49) วิจัยเรื่อง "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดขอนแก่น" ในส่วนที่เกี่ยวกับทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล อยู่ในระดับปานกลาง

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่อยู่ในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อดิศัย พยุงทรัพย์ (2534 : 51-53) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก" ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐานอยู่ในระดับสูง คิดร้อยละ 65.44 และนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐานไม่แตกต่างกัน

จีระนันท์ จูนก (2535 : 52-53) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก" ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.06 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และรองลงมาอยู่ในระดับสูง ระดับต่ำ ระดับสูงมากและระดับต่ำมาก คิดเป็นร้อยละ 40.27, 11.35, 3.78 และ 0.54 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ ระหว่างนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก พบว่านักเรียนชาย และหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณไม่แตกต่างกัน

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กพบว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะการคำนวณแตกต่างกัน โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะการคำนวณสูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการคำนวณสูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ ของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก พบว่านักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณแตกต่างกัน โดยนักเรียนชายในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่า นักเรียนชายในโรงเรียนขนาดเล็ก และนักเรียนชายในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่านักเรียนชายในโรงเรียนขนาดเล็ก

5. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณของนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก พบว่านักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณแตกต่างกัน โดยนักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่า นักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดเล็ก และนักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก

6. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณของนักเรียนที่ได้ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับเดียวกันในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก พบว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก ที่ได้ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็กและนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่านักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กที่ได้ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณไม่แตกต่างและนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กที่ได้ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณแตกต่างกัน โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก

สมบูรณ์ เสียงวัฒนะ (2535 : 41-42) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิทยาลัยครู หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป" ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษาวิทยาลัยครู หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ปีที่ 3 ปีการศึกษา 2534 มีลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง คือ ร้อยละ 48.22

2. นักศึกษาชาย และหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักศึกษาในสหวิทยาลัยล้านนา พุทธชินราช อีสาน-เหนือ อีสาน-ใต้ ศรีอยุธยา ทวาราวดี ทักษิณและรัตนโกสินทร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักศึกษาในสหวิทยาลัยอีสาน-เหนือ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาในสหวิทยาลัยอีสาร-ใต้ ศรีอยุธยาและทวาราวดี

อรพิน อุนอารี (2536 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร" ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง คือ ร้อยละ 56.60

2. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนชายในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก

4. นักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนหญิงในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็ก

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสูงกว่า นักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็ก

Eileen Scanlon (1993) ได้ทำการศึกษาถึงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงลักษณะสำคัญของพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ที่มีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาโจทย์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาจำนวน 259 ข้อที่มีทั้งโจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์และทางพลศาสตร์ โดยข้อคำถามที่ใช้อยู่ใน 35 รายวิชาที่ผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาได้วิเคราะห์ไว้ ซึ่งข้อคำถามเหล่านั้น นอกจากจะตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์แล้ว ยังตรวจสอบความเข้าใจใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ด้วย จากการศึกษาพบว่า กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. พฤติกรรมการอ่าน
2. พฤติกรรมในการเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์
3. พฤติกรรมในการใช้ความสามารถในการแก้สมการ
4. พฤติกรรมการเขียนกราฟ และแปลความหมายจากกราฟ
5. พฤติกรรมการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์แยกความแตกต่างของโจทย์ปัญหาที่เกิดจากความแตกต่างของข้อมูลที่กำหนดมาในโจทย์

พฤติกรรมการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียน สามารถสรุปได้ว่านักเรียนมีปัญหาในการแก้ปัญหาโจทย์ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนไม่รู้ว่าจะดำเนินการอย่างไรเกี่ยวกับการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนนี้ คือ นักเรียนไม่เข้าใจข้อความที่อ่านในโจทย์ปัญหา และไม่สามารถเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ได้

2. นักเรียนไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นในการแก้ปัญหาโจทย์ได้อย่างไร ปัญหาในส่วนนี้รวมไปถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและการประยุกต์วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์

3. นักเรียนไม่รู้วิธีการพิจารณาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ปัญหาในส่วนนี้คือ จะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนใดบ้าง และทำอย่างไรจึงจะเลือกหน่วยที่เหมาะสมกับคำตอบได้ถูกต้อง

นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีที่มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ คือ การเขียนรูป การเขียนปริมาณที่รู้ได้จากโจทย์ ก่อนที่จะแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน

สุณี จันดา (2537 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง “การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์” ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับปานกลาง

2. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนชาย

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมืองและนอกเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนนอกเขตอำเภอเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์ที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมือง และนอกเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่า นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนนอกเขตอำเภอเมือง

5. นักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์ที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมือง และนอกเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่า นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนนอกเขตอำเภอเมือง

6. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ผู้ปกครองประกอบอาชีพต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

วัฒนชัย จันทร์วีนุกูล (2538 : 129) ได้สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องปฏิบัติและมีการบันทึกผลจากการปฏิบัติ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์การทดลอง 1 สถานการณ์จะมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 1 ข้อ แต่ละทักษะมีข้อสอบ 4 ข้อ มีข้อสอบทั้งฉบับ 32 สถานการณ์ จำนวน 32 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 0.417 ถึง 0.570 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.750

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการสร้างแบบอิงเนื้อหา ในแบบเรียนของหลักสูตร สำหรับแบบไม่อิงเนื้อหานั้นมีน้อยมากในประเทศไทย และไม่เป็นที่แพร่หลายทั่วไป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคุณภาพ โดยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจ จำแนกของข้อสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ต่อไป

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม

กรมวิชาการ (2533 : 195-208) การพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบ จะพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง (Validity) ถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของข้อสอบ ถ้าแบบทดสอบใดขาดความเที่ยงตรงแล้ว ก็ไม่มีประโยชน์ที่จะนำมาใช้วัด ความเที่ยงตรงเป็นลักษณะของเครื่องมือวัดที่ให้ค่าตัวเลขที่ได้จากการวัดแทนสิ่งที่เครื่องมือนั้นต้องการ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงต่อสิ่งหนึ่งสูงก็อาจมีความเที่ยงตรงต่ออีกสิ่งหนึ่งในระดับปานกลางหรือไม่มีเลยก็ได้ ขนาดของความเที่ยงตรงจะเป็นเท่าใดจึงจะเรียกว่าอยู่ในเกณฑ์ สูง กลาง หรือ ต่ำ ยังไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวที่จะบอกได้

การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ทำได้ 2 แนว คือการวิเคราะห์ภายในตัวแบบทดสอบกับการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ภายนอก การวิเคราะห์ภายในตัวแบบทดสอบ ได้แก่ การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

2.4.1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา คือ คุณสมบัติที่แสดงว่าเนื้อหาในแบบทดสอบเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาทั้งหมดที่แบบทดสอบนี้กำหนดจะสอบวัด และความเที่ยงตรงตามเนื้อหานี้ ไม่สามารถชี้บ่งได้ด้วยค่าสถิติใด ๆ เป็นการวิเคราะห์ในลักษณะของจำนวนเนื้อหา และสัดส่วนของเนื้อหาต่าง ๆ ว่าสอดคล้องกันหรือไม่เท่านั้น ถ้าผู้สร้างแบบทดสอบได้เริ่มลงมือวางแผนการเขียนข้อสอบ โดยใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร และการเขียนข้อสอบแต่ละข้อก็จำกัดอยู่แต่ในเนื้อหาที่กำหนดไว้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร อย่างแท้จริง ก็เป็นที่ยอมรับได้ว่าแบบทดสอบนี้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาอยู่ในระดับสูง

2.4.1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ความเที่ยงตรงแบบนี้ โดยส่วนใหญ่ จะใช้กับแบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบวัดความสนใจ แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ หรือแบบทดสอบวัดสติปัญญา ซึ่งไม่เหมือนกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการซึ่งจะใช้ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเป็นหลักใหญ่ ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ก็มีคุณลักษณะคล้ายกับความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตรง ๆ ที่ไม่สามารถบอกค่าความเที่ยงตรงได้แน่นอนด้วยค่าสถิติ แต่เป็นการวิเคราะห์ด้วยคำถามง่าย ๆ ก็คือแบบทดสอบหรือข้อทดสอบดังกล่าวนี้วัดพฤติกรรมความถนัดด้านเหล่านี้จริงหรือไม่ โปรดระลึกไว้เสมอว่า ทั้งความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและ ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างเป็นการวิเคราะห์ภายในแบบทดสอบหรือข้อทดสอบเอง ยังไม่มีการนำเอาเกณฑ์ภายนอกอย่างหนึ่งอย่างใดไปจับ

การวิเคราะห์โครงสร้างนอกจากจะใช้วิธีง่าย ๆ ดูว่า พฤติกรรมในแบบทดสอบเป็นพฤติกรรมที่ต้องการจะสอบวัดจริงหรือไม่แล้ว ยังใช้กระบวนการทางสถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) มาใช้อีกด้วย ความเที่ยงตรงแบบนี้บางครั้งจึงมีคนเรียกว่าความเที่ยงตรงตามองค์ประกอบ อย่างไรก็ตามความเที่ยงตรงแบบนี้ยังเป็นการวิเคราะห์ภายในตัวแบบทดสอบว่าข้อคำถามต่าง ๆ สามารถจัดหมวดหมู่ตามองค์ประกอบได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงกลุ่ม

ค่าความเชื่อมั่นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญยิ่งของแบบทดสอบ เพราะทำให้ทราบว่าแบบทดสอบนั้นเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนั้นใกล้จะเป็นคะแนนจริงของผู้สอบหรือไม่ ถ้าให้ผู้สอบสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบเดิม จะได้คะแนนเท่ากับการสอบครั้งก่อนหรือไม่ เปรียบเหมือนดังตาชั่งที่ใช้ชั่งของ ถ้าตาชั่งเชื่อถือได้ ไม่ว่าจะชั่งของสิ่งเดียวกันกี่ครั้งก็ตาม ตัวเลขที่บ่งถึงน้ำหนักย่อมเท่ากันทุกครั้ง แต่ถ้าตาชั่งแก่ น้ำหนักที่ชั่งได้ก็จะเอาเป็นข้อยุติไม่ได้

ถ้าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูง ก็หมายถึงว่าการสอบครั้งนั้นคะแนนที่ตรวจอย่างถูกต้องแล้ว มีความเชื่อมั่นได้มาก ใกล้จะเป็นคะแนนจริงของผู้สอบ แต่ถ้าความเชื่อมั่นน้อย ผลการสอบครั้งนั้นก็ไม่ค่อยเป็นที่มั่นใจเท่าใดนักเพราะมีความคลาดเคลื่อนจากการสอบอยู่มาก

2.4.2.1 ชนิดของสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น วิธีการหาสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นแบ่งเป็น 4 วิธี คือ

1. Coefficient of Stability ความเชื่อมั่นชนิดนี้จะต้องมีการสอบ 2 ครั้ง ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน และผู้สอบกลุ่มเดียวกัน (test-Retest) โดยเว้นระยะเวลาระหว่างการสอบทั้งสองครั้งนั้นให้เพียงพอที่ผู้เข้าสอบจะระลึกข้อสอบไม่ได้ แล้วนำคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งนั้นมาหาค่าสหสัมพันธ์ ดังนี้

1.1 ถ้าคะแนนที่ได้จากการสอบอยู่ในระดับ Interval Scale ใช้ Pearson Product Moment Correlation หาค่าความเชื่อมั่น

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

เมื่อ r_{xy} = สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

N = จำนวนผู้เข้าสอบ

X = คะแนนจากการสอบครั้งที่หนึ่ง

Y = คะแนนจากการสอบครั้งที่สอง

1.2 ถ้าคะแนนที่ได้จากการสอบอยู่ในระดับ Ordinal Scale ใช้ Spearman Rank Correlation (P) ซึ่งมีความแม่นยำน้อยกว่า Pearson Product – Moment Correlation

$$p = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ p = สหสัมพันธ์ระหว่างการสอบวัด 2 ชุด ที่อยู่ในรูปเรียงอันดับ

N = จำนวนคู่ของการเรียงลำดับ

D = ผลต่างของอันดับแต่ละคู่

การหาสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำ มีข้อตกลงที่ว่า

1. คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบครั้งที่สอง ไม่ใช่เป็นผลเนื่องมาจากการทำแบบทดสอบครั้งแรก

2. ความรู้ที่ได้รับเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาระหว่างการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง ไม่มีผลทำคะแนนจากการทำแบบทดสอบเพิ่มขึ้น ในช่วงเวลาอันสั้น

3. ในการสอบซ้ำ ผู้สอบมีแรงจูงใจที่จะทำแบบทดสอบทั้งสองครั้งเท่าเทียมกัน

การหาสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการสอบซ้ำ เป็นการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบสองครั้ง ในช่วงเวลาที่ห่างกันพอสมควร แต่ไม่มีการยืนยันว่าช่วงเวลาในการสอบซ้ำควรจะเป็นอย่างไร เพราะถ้าเว้นช่วงเวลาน้อยไป นักเรียนที่จะเกิด Test Wise ได้ทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูง หากเว้นนานเกินไปจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ทั้งนี้ เพราะนักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้นจนไม่อาจเปรียบเทียบกับการสอบครั้งแรกได้ การจะเว้นช่วงเวลาห่าง เท่าใดนั้น ขณะนี้ยังไม่มีข้อยุติ แต่ก็อาจจะอาศัยสิ่งเหล่านี้ประกอบการพิจารณาได้ คือ ต้องดู วัยของเด็ก ความยาวของข้อสอบ และจำนวนตัวเลือกในข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นต้น นอกจากนี้การสอบซ้ำยังมีปัญหาเรื่องกลุ่มตัวอย่าง อาจขาดหายไประหว่างการสอบครั้งที่สองหรือความผันแปรในการดำเนินการสอบ สภาพแวดล้อมในการสอบซึ่งล้วนแต่จะทำให้ค่า ความเชื่อมั่นลดลง

4. Coefficient of Equivalent เพื่อขจัดปัญหาอันเกิดจากการเว้นช่วงระยะเวลาของการทดสอบจึงได้ปรับปรุงวิธีใหม่ โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับติดต่อกัน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้มาหาค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์เช่นเดียวกับวิธีแรก แต่อย่างไรก็ดี ยังมีปัญหาที่ตามมาอีก คือ ไม่สามารถหาแบบทดสอบคู่ขนานมาสอบได้ เพราะแบบทดสอบคู่ขนานที่สมบูรณ์นั้น ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

4.1 มี X ความแปรปรวนเท่ากัน

4.2 มี Item Intercorrelation เท่ากัน

4.3 มีเนื้อหาเดียวกัน

5. มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับแบบทดสอบอื่นเท่ากัน

6. Coefficient of Stability and Equivalent วิธีการนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีที่ 1 และ 2 โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน แต่เว้นช่วงระยะเวลาของการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

7. Coeffcient of Internal Consistency การหาความเชื่อมั่นวิธีนี้เป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาอันเกิดจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ด้วยการสอบเพียงครั้งเดียว แล้วแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองตอน นำคะแนนทั้งสองชุดมาคำนวณ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 วิธี Split – half วิธีนี้มีข้อตกลงว่า แบบทดสอบที่แบ่งเป็น 2 ตอนนั้น ต้องมีความเท่าเทียมกัน คือค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้ง 2 ฉบับ ต้องเท่ากันมีวิธี ดำเนินการดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่ต้องการหาค่าความเชื่อมั่นไปทดสอบกับนักเรียน แล้วตรวจให้คะแนน

2. แบ่งแบบทดสอบนั้นออกเป็น 2 ฉบับย่อย โดยอาจยึดเกณฑ์ ข้อคู่–ข้อคี่ ครึ่งแรก–ครึ่งหลัง ตามเนื้อหา หรือโดยการสุ่ม ซึ่งวิธีการแบ่งนี้มีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูงหรือต่ำ

3. นำคะแนนทุกคู่มาหาค่าสัมพันธ์ โดยใช้สูตร Pearson Product–Moment Correlation ได้ค่าสัมพันธ์ของครึ่งฉบับ

4. เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบขึ้นอยู่กับความยาวของข้อสอบ ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบย่อยมีค่าต่ำกว่าค่าความเชื่อมั่นจากข้อสอบทั้งฉบับ ฉะนั้นจึงต้องนำสหสัมพันธ์ของครึ่งฉบับมาปรับขยายให้เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับโดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{2r_{1/2}r_{1/2}}{1 + r_{1/2}r_{1/2}}$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีนี้ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ค่อนข้างสูงและสะดวกในการใช้อย่างมาก แต่ในขณะเดียวกัน ความแม่นยำในการประมาณค่า (Estimate) ก็มีน้อยลง เพราะมีเงื่อนไขที่เป็นไปได้ยาก

7.2 วิธี Kuder-Richardson Kuder และ Richardson ไม่เห็นด้วยกับวิธี Split-half ซึ่งสามารถแบ่งครึ่งได้หลายแบบ และแต่ละแบบก็สามารถประมาณค่าความเชื่อมั่นได้ ไม่เท่ากัน จึงได้คิดสูตรขึ้นใหม่โดยมีข้อตกลงพื้นฐานว่าเนื้อหาของแบบทดสอบต้องเป็นเอกพันธ์ คือ ต้องวัดความสามารถ, ความรู้ หรือทักษะเดียวกัน

$$(KR_{20})\, r_{tt} = (n/(n-1))/((S_t^2 - \sum pq)/S_t^2)$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อของข้อสอบ

S_t^2 = ค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q = 1-p (สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรนี้ใช้เฉพาะข้อสอบที่มีระบบการให้คะแนนแบบ 0-1 (Zero – one method) ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

แต่ถ้าค่าความยากง่ายของข้อสอบไม่แตกต่างกันมาก อาจจะใช้สูตร KR_{21} ดังนี้

$$(KR_{21})\, r_{tt} = \left[n/(n-1)\right]\left[1-X(n-X)\right]/ns_t^2$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อของข้อสอบ

X = ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบ

S_t^2 = ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธี KR_{20} และ KR_{21} นั้น KR_{20} จะให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า KR_{21} เพราะ KR_{21} มีข้อตกลงที่มากกว่า คือ นอกจากข้อสอบจะต้องวัดลักษณะเดียวกันร่วมกันแล้ว แต่ละข้อจะต้องมีระดับความยากเท่ากัน

7.3 Coefficient Alpha (α) ในกรณีที่ระบบการให้คะแนนไม่เป็นศูนย์ - หนึ่ง เช่น ข้อสอบแบบอัตนัยหรือแบบสอบถาม วัดทัศนคติ วัดความสนใจ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ไม่มีคำตอบถูกหรือผิด แต่พิจารณาตามผลการประเมินของผู้สอบ (Rating Scale) การให้น้ำหนักคะแนน (Weighting) มักจะเป็นแบบน้ำหนักสมมุติ (Arbitrary Weighting) การหาความเชื่อมั่นจึงใช้สูตรของ Kuder – Richardson ไม่ได้ ส่วนมากนิยมใช้วิธี Split – half หรือ Coefficient Alpha ซึ่ง Cronbach (1951) ได้คิดขยายสูตร KR_{20} เป็นดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

S_i^2 = ค่าความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S_t^2 = ค่าความแปรปรวนคะแนนทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อในแบบทดสอบ

7.4 Hoyt's Analysis of Variance Procedure วิธีหาความเชื่อมั่นอีกวิธีหนึ่งที่ Hoyt ได้นำมาใช้คือ วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นวิธีกะประมาณค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบจาก Consistency ของแต่ละคนที่ตอบสนองต่อ Item ของแบบทดสอบ โดยตั้งข้อตกลงเบื้องต้นว่าคะแนนของคนใดคนหนึ่งจากข้อทดสอบทั้งฉบับ แบ่งออกเป็นองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. องค์ประกอบที่รวมอยู่ในทุกคนและทุก Item เป็นค่าคงที่ในทุกคนและทุกข้อจึงไม่มีความแปรผัน

2. องค์ประกอบที่มีลักษณะเฉพาะตัว ต่างไปจาก Item อื่น

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับบุคคลแต่ละคน

4. องค์ประกอบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนซึ่งนอกเหนือไปจากข้อ 1,2,3

องค์ประกอบที่มีความคลาดเคลื่อนแบบ Normal Distribution แต่ละข้อมี Error Variance เท่ากัน และเป็นอิสระจาก Item ใด ๆ การหาความเชื่อมั่นของข้อสอบแบบนี้ใช้กับระบบการให้คะแนนแบบ 0 – 1

2.4.2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความเชื่อมั่น (Factor Affecting Reliability) ความเชื่อมั่นของข้อสอบไม่คงที่ อาจเพิ่มมากขึ้นหรือลดน้อยลงก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ความยาวของแบบทดสอบ (Length of Test) ข้อสอบที่ยาวจะให้ค่าความเชื่อมั่นสูง เพราะวัดพฤติกรรมได้มากและพอเพียง ตลอดจนคะแนนที่เกิดจากการเดาก็ลดน้อยลง แต่ทั้งนี้องค์ประกอบอื่น ๆ ก็ต้องคงที่ด้วย เช่น กลุ่มตัวอย่าง คุณภาพของข้อสอบที่เพิ่มขึ้นและการเพิ่มจะต้องไม่ให้มากจนผู้สอบเกิดความเหนื่อยล้า

2. ความเป็นเอกพันธ์ของกลุ่มนักเรียน (Group Homogeneity) ข้อสอบที่ผู้สอบมีความสามารถแตกต่างกันมาก (Heterogeneous Group) จะให้ค่าความเชื่อมั่นสูงขึ้นหมายความว่าข้อสอบฉบับเดียวกันถ้าผู้สอบมีความสามารถไม่แตกต่างกันแล้ว ข้อสอบนั้นจะมีความเชื่อมั่นต่ำกว่าการทดสอบกับผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันมาก แสดงให้เห็นว่าความเชื่อมั่นขึ้นอยู่กับความแตกต่างของกลุ่ม เพราะจะทำให้การกระจายของคะแนนมีมาก

3. วิธีที่ใช้ในการคำนวณ (Method Used) สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นต่างกันจะให้ความเชื่อมั่นต่างกัน จะใช้วิธีใดนั้นต้องให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล เช่น วิธี Split – Half จะให้ค่าความเชื่อมั่นสูง แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับแบบทดสอบที่เป็น Speed Test แต่ถ้าจะใช้ก็จะต้องเปลี่ยนวิธีการแบ่งข้อสอบ ดังจะได้กล่าวต่อไป

4. ความเป็นปรนัยในการให้คะแนน ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยของการให้คะแนนมากจะมีความเชื่อมั่นสูง ข้อสอบที่ไม่เป็นปรนัยในการให้คะแนน เช่น ข้อสอบแบบอัตนัย ซึ่งการตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ จะมีความเชื่อมั่นต่ำ

5. ภาวะที่ไม่เป็นปกติในการสอบ จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นลดลง การไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไข ในการสอบจะมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำ เช่น ให้เวลาสอบเกินกว่าที่กำหนดให้, ความไม่ปกติของผู้สอบ, ความเจ็บป่วย การระบายอากาศไม่ดี, แสงสว่างไม่พอ, การทุจริตในการสอบ, ความไม่แน่นอนในการดำเนินการสอบ, วิธีดำเนินการ, การอธิบายคำสั่งให้นักเรียนเข้าใจวิธีการตอบ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความยากของแบบทดสอบ ข้อสอบที่มีเกณฑ์ง่ายหรือยากเกินไปจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำ เพราะข้อสอบที่ยากหรือง่ายจนเกินไป จะทำให้การกระจายของคะแนนน้อย ถ้าข้อสอบง่ายกลุ่มของคะแนนจะอยู่ในช่วงบนของสเกลและถ้าข้อสอบยากกลุ่มของคะแนนจะอยู่ในช่วงล่างของสเกล ความยากที่ใช้เป็นเกณฑ์นั้นควรมีการกระจายของคะแนนกว้างเต็มสเกล

2.4.3 การวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยอิงกลุ่ม

คุณสมบัติของข้อสอบในระบบอิงกลุ่ม จะต้องเป็นข้อสอบที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกผู้เข้าสอบ ทั้งนี้โดยพิจารณาจากค่าดัชนี 2 ประการคือ ค่าระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก

2.4.3.1 ระดับความยาก (Level of Difficulty) ค่าความยาก หมายถึง จำนวนเปอร์เซ็นต์ (Percentage) หรือค่าสัดส่วน (Proportion) ของนักเรียนที่เลือกตอบตัวเลือกนั้นเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับนักเรียนทั้งหมดคือ

$$p = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนคนที่ตอบทั้งสิ้น}}$$

ค่าความยากของข้อสอบใช้แทนด้วยอักษรย่อ P และลักษณะของความยาวมีดังนี้

1. ถ้าเด็กเลือกตอบตัวเลือกใดมาก แสดงว่าข้อหรือตัวเลือกนั้นง่าย ค่าของ P จะสูง
2. ถ้าเด็กเลือกตัวเลือกใดน้อย แสดงว่าข้อหรือตัวเลือกนั้นยาก ค่าของ P จะต่ำ
3. ระดับความยากหรือค่าของ P มีค่าตั้งแต่ .00 ถึง 1.00
4. ถ้าระดับความยากเท่ากับ 0.50 ถือว่าข้อนั้นยากพอเหมาะ
5. ข้อใดเด็กทำถูก 100% (ไม่ผิดเลย) หมายความว่า ข้อนั้นง่ายมาก
6. ข้อใดเด็กทำถูก 0% (ผิดมาก) หมายความว่า ข้อนั้นยากมาก
7. ข้อสอบที่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไปจะเป็นข้อสอบที่ไม่ดี สมควรตัดทิ้งเพราะข้อสอบยากเกินไป นักเรียนทุกคนทำไม่ได้เหมือนกันหมด หรือข้อสอบที่ง่ายเกินไป นักเรียนทุกคนทำได้มาก ทำให้แยกไม่ออกว่าใครเก่งกว่ากัน

P .80 - 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก สมควรตัดทิ้ง

P .60 - .80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ดี)

P .40 - .60 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดีมาก)

P .20 - .40 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ดี)

} เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

P 0.00 - 0.20 เป็นข้อสอบที่ยากมาก สมควรตัดทิ้ง

ค่าความยากของข้อสอบ ไม่ได้รับรองไปถึงคนตอบข้อนี้ถูกเป็นคนเก่ง บอกได้แต่เพียงว่าข้อนี้มีคนเลือกตอบเท่าไรใน 100 คน คนที่ตอบถูกจะเก่งหรืออ่อนไม่ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 ค่าอำนาจการจำแนก (Discrimination Power) ค่าอำนาจการจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามในการแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มคนเก่งและอ่อน คุณสมบัติอันนี้ของข้อสอบแทนด้วย r ซึ่งมาจากสหสัมพันธ์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Biserial correlation เขียนย่อว่า r_{bis} หรือ r

คุณลักษณะของค่าอำนาจการจำแนก

1. ค่า r หรืออำนาจการจำแนกมีค่าตั้งแต่ + 1.00 ถึง –1.00

2. ข้อสอบข้อใดที่นักเรียนกลุ่มเก่งทำถูกหมด กลุ่มอ่อนทำผิดพลาด r มีค่าเท่ากับ +1.00 ซึ่งจัดเป็นข้อสอบที่ดีเยี่ยมที่ต้องการอย่างยิ่ง

3. ข้อสอบข้อใดที่นักเรียนกลุ่มเก่งทำผิดหมด กลุ่มอ่อนทำถูกหมด r มีค่าเท่ากับ -1.00 ข้อสอบนี้จัดเป็นข้อสอบไม่ดี เพราะเป็นข้อสอบที่ลวงนักเรียนเก่ง ซึ่งผิดจุดประสงค์ เพราะเราหวังว่านักเรียนเก่งจะทำข้อสอบได้ นักเรียนอ่อนจะทำข้อสอบไม่ได้

4. ข้อสอบใดที่นักเรียนกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อนทำถูกได้เท่า ๆ กัน r มีค่าเท่ากับ 0.00 ข้อสอบนี้เป็นข้อสอบที่ไม่สามารถจะแยกนักเรียนเก่ง นักเรียนอ่อน ออกจากกันได้ เพราะทั้งนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนทำได้ถูกเท่า ๆ กัน

5. เกณฑ์ของค่า r ที่ใช้ได้มีค่าตั้งแต่ + .20 ขึ้นไป ยิ่งใกล้ +1.00 เท่าใด ยิ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกมาก

Ebel (1965) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาค่าอำนาจจำแนกดังนี้

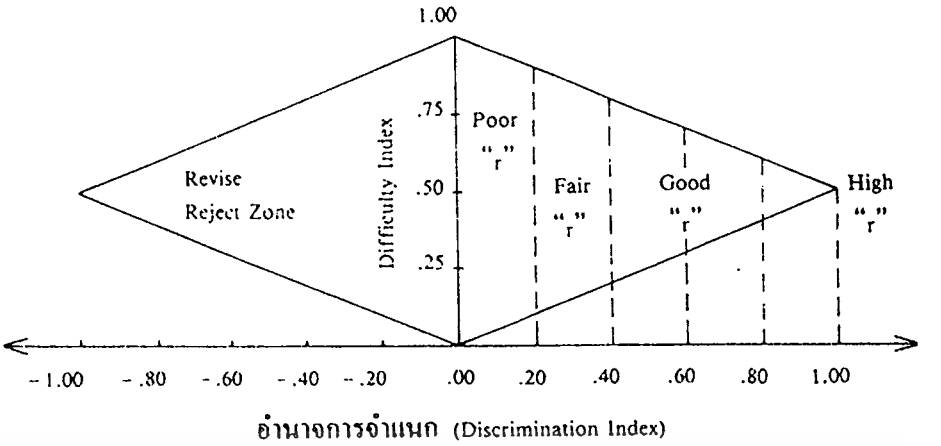
ดัชนีอำนาจจำแนก	คุณภาพของข้อสอบ
.40 ขึ้นไป	ดีมาก
.30 ถึง .39	ดีพอสมควร อาจต้องปรับปรุงบ้าง
.20 ถึง .29	พอใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุง
ต่ำกว่า .19	ใช้ไม่ได้ ต้องพิจารณาปรับปรุงใหม่หรือทิ้งไปเลย

2.4.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ ทำได้ 3 ระดับ ทั้งฉบับ, รายข้อ และรายตัวเลือก ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะรายข้อ

ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างใหญ่มาก และคะแนนมีการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) จะใช้กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำฝ่ายละ 27% มาคำนวณ ก็จะได้ค่าประมาณใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ถ้าการแจกแจงไม่ปกติ Cureton (1975) ได้แสดงให้เห็นว่าอาจต้องใช้ถึง 33 เปอร์เซ็นต์จึงจะได้ค่าใกล้เคียงกัน

อย่างไรก็ดี ถ้าขนาดตัวอย่างใหญ่มากและการแจกแจงเป็นรูปปกติ หากจะใช้ตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ประมาณ 370 คน ก็จะสะดวกเพราะจำนวน 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำจะได้ประมาณกลุ่มละ 100 คน สะดวกต่อการหาสัดส่วนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากและค่าอำนาจการจำแนก

จากภาพข้างบนจะเห็นว่า ถ้าข้อสอบมีระดับความยาก 0.50 จะให้ค่าอำนาจการจำแนกสูงสุด ดังนั้น ถ้าใช้ข้อสอบที่ยากมากหรือง่ายมาก จะไม่มีโอกาสได้ดัชนีค่าอำนาจการจำแนกสูงมากจากภาพนี้ย่อมแสดงว่า ข้อสอบที่จะมีค่าอำนาจการจำแนกสูงจะต้องเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .40 - .60 อย่างไรก็ดีเป็นที่น่าสังเกตว่า ข้อสอบที่มีระดับความยาก .80 ก็อาจมีค่าอำนาจการจำแนก .40 ซึ่งจัดว่าเป็นข้อสอบที่มีอำนาจการจำแนกดี เช่นเดียวกับข้อสอบง่ายก็อาจมีค่าอำนาจจำแนกดี

ในกรณีที่จุดมุ่งหมายของการทดสอบต้องการดูว่า นักเรียนได้รอบรู้ (Master) ตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ เราจะต้องไม่สนใจที่จะแยกแยะนักเรียนด้วยระดับความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ด้วยเหตุนี้ แบบทดสอบความรอบรู้ (Mastery Test) จะต้องมีความยากสูงกว่า.80 และมีค่าอำนาจการจำแนกใกล้ศูนย์เพราะว่าข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ (Eriterion Referenced Test) หรือ Mastery Test ไม่ต้องการจะเปรียบเทียบหรือจำแนกระหว่างนักเรียน

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจการจำแนกติดลบนั้น ชี้ให้เห็นว่าควรจะได้มีการปรับปรุงหรือทิ้งไป สาเหตุของการติดลบนั้นเนื่องมาจาก คำถามมีลักษณะเป็นสองแง่, ผู้เฉลยคำตอบผิด, ผู้ตรวจตรวจผิด, พิมพ์มีตำหนิชวนให้เดา, พิมพ์ตกหล่น, บางครั้งค่าอำนาจการจำแนกติดลบหรือมีค่าต่ำอาจเป็นผลมาจากตัวลวงเหลื่อมกัน, ซ้อนกัน, มีคำตอบถูกสองข้อ หรือข้อสอบยากมากผู้ตอบเลยเดาสุ่ม

การวิเคราะห์รายข้อนี้มีวิธีการตั้งแต่ง่ายสุดจนถึงลำบากสุด ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานมากวิธีการต่อไปนี้เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในห้องเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างน้อยและมีนักเรียนเป็นผู้ช่วยเหลือร่วมด้วยก็ได้ และควรมีลักษณะดังนี้

ก. ต้องเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

ข. การให้คะแนนของแต่ละข้อ ถ้าถูกให้ 1 คะแนน ผิด 0 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

1. นำข้อสอบไปสอบ แล้วตรวจให้คะแนน จากนั้นก็เรียงคะแนนจากสูงไปต่ำ

2. แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยอาจใช้วิธีการแบ่งเป็นกลุ่มสูง 50 % - กลุ่มต่ำ 50% หรือกลุ่มสูง 27% - กลุ่มต่ำ 27% หรือกลุ่มสูง 25% - กลุ่มต่ำ 25% การจะแบ่งอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนทั้งหมดว่ามีปริมาณมากน้อยแค่ไหน และผู้วิเคราะห์ต้องการความมั่นใจขนาดไหน ในกรณีที่แบ่งเป็นกลุ่มสูง 27% - กลุ่มต่ำ 27% นั้น จะเหลือกลุ่มตรงกลางอีก 46% ไม่ต้องนำมาคิด ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า ไม่แตกต่างจากการคำนวณจากนักเรียนทั้งหมด

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูกทั้งสองกลุ่ม}}{\text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ}}$$

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยได้ใช้แนวของ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535 : 139-141) ซึ่งกล่าวถึงการพิจารณาคุณภาพของข้อสอบรายข้อว่า ต้องนำคำตอบของนักเรียนที่ตอบแต่ละคำตอบ มาวิเคราะห์เพื่อหาดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ ดังนี้

1. ดัชนีความยากของข้อสอบแต่ละข้อ (Index of difficulty) หมายถึงสัดส่วนของจำนวนนักเรียน ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ พิจารณาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อที่จะได้ใช้ค่าความยากที่ได้ มาพิจารณาในการปรับปรุงแบบทดสอบ ดัชนีความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกต่อจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้แทนด้วยตัวอักษร (p) ค่าความยากมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่า 0 แสดงว่าไม่มีนักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกเลย นักเรียนทำคนตอบข้อนั้นผิดหมด หมายความว่าข้อนั้นยากมากที่สุด ถ้ามีค่า 1 แสดงว่านักเรียนทำข้อนั้นถูกหมดทุกคน หมายความว่าข้อนั้นง่ายมากที่สุด ดัชนีความยากพอเหมาะเท่ากับ 0.50 การที่จะสร้างข้อสอบให้มีดัชนีความยากเท่ากับ 0.50 ทุกข้อหรือเกือบทุกข้อเป็นเรื่องที่ทำได้ยากยิ่ง ฉะนั้นในการพิจารณาคุณภาพของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยทั่วไป ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 ถือว่ามีความยากพอเหมาะ ข้อที่มีค่านอกเหนือจากนี้จึงต้องตัดออก

2. อำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ (Discrimination power) หมายถึง สัดส่วนของข้อสอบ ที่สามารถแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง และนักเรียนที่มีความสามารถต่ำได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ความสามารถของข้อสอบที่แยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual difference) คือแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกัน โดยยึดหลักว่า คนเก่งจะต้องทำข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องทำผิด ใช้แทนด้วยอักษร (r)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ –1.0 ถึง +1.0 ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่าเป็น 0 หมายความว่านักเรียนเก่งกับนักเรียนไม่เก่งตอบถูกเท่ากัน หรือตอบผิดเท่ากัน แสดงว่าข้อนั้นไม่มีอำนาจจำแนก ถ้าค่าอำนาจจำแนกติดลบ หมายความว่านักเรียนไม่เก่งตอบถูกมากกว่านักเรียนเก่ง ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก หมายความว่า นักเรียนเก่งทำถูกมากกว่านักเรียนไม่เก่ง และยิ่งมีค่าตัวเลขมาก ๆ ก็ยิ่งแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้มากเท่านั้น สรุปคือข้อสอบที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาอำนาจจำแนกไว้ดังนี้

อำนาจจำแนก	การประเมินคุณภาพ
0.40 ขึ้นไป	ดีมาก
0.30 – 0.39	ดี
0.20 – 0.29	พอใช้ ควรมีการปรับปรุงตัวเลือกบางตัว
0.19 ลงไป	ไม่ดี ควรตัดทิ้งหรือแก้ไขใหม่

นอกจากนี้ยังต้องมีคุณลักษณะด้านอื่น ๆ ดังต่อไปนี้

3. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อถามตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการให้วัด และเมื่อรวมข้อสอบทุกข้อเป็นแบบวัดจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการให้วัด

4. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) มีความหมายพ้องกับคำว่า ความคงที่ ความสอดคล้องความทำนายได้ และความถูกต้อง ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด หมายถึง แบบวัดที่ใช้วัดแล้ววัดอีกได้ผลเหมือนเดิม วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของสิ่งที่ต้องการวัดนั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะสร้างและพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรีให้มีคุณภาพ โดยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 เกณฑ์ปกติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 313-316) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ ปกติไว้ดังนี้

2.5.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติ หมายถึงข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร แต่ในทางปฏิบัติประชากรที่นิยามไว้อย่างดีเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ดีของประชากรนั่นเองแต่ต้องมีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้ด้วย ไม่อย่างนั้นแล้วเกณฑ์ปกติเชื่อมั่นไม่ได้ การสร้างเกณฑ์ปกติจึงขึ้นอยู่กับเกณฑ์ 3 ประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยามทำได้หลายวิธี เช่น สุ่มแบบธรรมดา สุ่มแบบแบ่งชั้น สุ่มแบบเป็นระบบ หรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสม โดยการพิจารณาประชากรเป็นตัวสำคัญ ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมากนัก ใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดาดีที่สุด แต่ถ้าเป็นลักษณะมีอะไรแตกต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนต่างกัน ระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำเลการตั้งแตกต่างกัน และมีผลต่อการเรียน ถ้าแบบนี้การสุ่มจะต้องใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นจึงจะเหมาะ ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่ม เช่น โรงเรียน ห้องเรียนมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่แบ่งหน่วยการสุ่มไว้แล้ว การสุ่มแบบนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จะดีที่สุด 3 วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดังนั้นก่อนสร้างเกณฑ์ปกติก็ต้องวางแผนการสุ่มให้ดีไว้ก่อน เพื่อให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

2. มีความเที่ยงตรงในที่นี้หมายความถึง การนำคะแนนดิบไปเทียบกันเกณฑ์ปกติที่ทำไว้สามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบเลขได้ 20 คะแนน ตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที 50 แปลว่า เป็นความสามารถปานกลางของกลุ่ม ความเป็นจริงจะเป็นอย่างตัวเลขในเกณฑ์ปกติดังกล่าวได้หรือเปล่า ดังนั้นความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริง จึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการแปลความหมายของคะแนนการสอบแต่ละครั้ง

3. มีความทันสมัย เกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม อาหารการกิน เหล่านี้ คนจะเก่งขึ้นหรืออ่อนลงได้ ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่เคยศึกษาไว้นานแล้วหลายปี อาจมีความผิดพลาดจากความเป็นจริง จำเป็นต้องศึกษาใหม่หรือเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เรื่อย ๆ โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี จึงจะทันสมัย แต่ถ้าเนื้อหาในหลักสูตรเปลี่ยนแปลงเมื่อไร ข้อสอบทั้งหลายก็ต้องเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นเกณฑ์ปกติก็ต้องเปลี่ยนแปลงอยู่แล้ว แต่กรณีเนื้อหาของหลักสูตรไม่เปลี่ยนแปลง เกณฑ์ปกติของข้อสอบมาตรฐานชุดนั้นควรเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ ตามความจำเป็นที่เห็นว่าพื้นฐานความสามารถของคนเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด เกณฑ์ปกติเดิมก็สามารถเอามาใช้เปรียบเทียบดูการพัฒนาของนักเรียนกลุ่มนั้นได้ ถึงแม้ว่าจะสร้างเกณฑ์ใหม่ไว้เปรียบเทียบแล้วก็ตาม

2.5.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งชนิดได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ การแบ่งตามลักษณะของประชากรแบ่งได้ดังนี้

1. เกณฑ์ปกติระดับชาติ (Nation norms) การสร้างเกณฑ์ปกติระดับชาตินั้นใช้ประชากรที่นิยามไว้มากมายทั่วประเทศ เช่น หาเกณฑ์ปกติของวิชาเลขคณิตระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชาติ ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศ หรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่จะต้องสอบจึงมีมากมาย เพื่อให้รู้ว่าสร้างเมื่อปี พ.ศ. ใดก็ต้องกำหนดวันเดือนปี การสร้างไว้ด้วย เพื่อคนใช้เกณฑ์ปกติจะได้รู้ว่าทันสมัยหรือไม่

2. เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัดหรือระดับอำเภอ การสร้างเกณฑ์ปกติระดับนี้ค่าใช้ง่ายจะน้อยลงและเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ ในการจัดการศึกษาบางครั้งจังหวัดแต่ละจังหวัดอาจเน้นเนื้อหาวิชาบางวิชาไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะทางด้านวิชาชีพบางจังหวัดเน้นเกษตร บางจังหวัดเน้นอุตสาหกรรม เป็นต้น วิชาที่มีการเน้นแตกต่างกัน การสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นจะมีประโยชน์มาก แต่วิชาพื้นฐานอื่น ๆ ก็สามารถหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นได้เหมือนกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบความสามารถในวิชาการของนักเรียนคนหนึ่งกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ ว่าเด็กคนนั้นสอบแล้วจะอยู่ในระดับใด เก่งหรืออ่อนกว่าคนอื่นเพียงใดจะได้หาทางปรับปรุงแก้ไขทัน ถ้าไม่มีการเปรียบเทียบก็ไม่สามารถจะพัฒนาได้ถูกต้อง

3. เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่ นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เวลาสร้างข้อสอบแต่ละวิชา แต่ละระดับชั้นได้ดีมีมาตรฐานแล้ว จะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนตนเองก็ได้ กรณีสร้างเกณฑ์ของโรงเรียนเดียวหรือกลุ่มโรงเรียนในเครือเรียกว่าเกณฑ์ปกติของโรงเรียนใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียนและใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยดูได้จากการศึกษาแต่ละปีว่า เด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

จากเกณฑ์ปกติที่กล่าวมาแล้ว เป็นการล้อมกรอบโดยจำนวนประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างของแหล่งข้อมูลนั้น

2.5.3 การสร้างเกณฑ์ปกติ

การสร้างเกณฑ์ปกติมีการสร้างโดยยึดหลักการทางสถิติหลายอย่าง เช่น

1. เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norms) เกณฑ์แบบนี้สร้างจากคะแนนดิบที่มาจากประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติแต่พอถึงหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ก็หยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปบวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเปรียบเทียบและแปลความหมายได้ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน ไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 แสดงว่าเขามีความสามารถเหนือคนอื่น 80% เกณฑ์ปกติไทล์ใช้ควบคู่กับเกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐานอื่น ๆ อยู่เสมอ เพราะแปลผลได้ง่าย เข้าใจได้ทุกคน ไม่สลับซับซ้อนมากนัก

2. เกณฑ์ปกติคะแนนที (T – score norms) นิยมใช้กันมากเพราะเป็นคะแนนมาตรฐานสามารถนำมาบวกลบและเฉลี่ยได้ มีค่าเหมาะสมในการแปลความหมาย คือมีค่าตั้งแต่ 0 – 100 มีคะแนนเฉลี่ย 50 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanines norms) คะแนนแบบนี้เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่ง แต่มีค่าเพียง 9 ตัว (Stanard nine points) ค่าตั้งแต่ 1 ถึง 9 คะแนน เฉลี่ยอยู่ที่คะแนน 5 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน วิธีการหามักจะเทียบจากเปอร์เซ็นต์ของความถี่ที่คะแนนเรียงตามค่าจะสะดวกกว่า

4. เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norms) แบบทดสอบมาตรฐานบางอย่างหาเกณฑ์ปกติตามอายุ เพื่อดูพัฒนาการในเรื่องเดียวกันว่า อายุต่างกันจะมีการพัฒนาการอย่างไร โดยมากจะเป็นแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดจะหาเกณฑ์ปกติโดยวิธีนี้ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะหาเฉพาะแบบทดสอบวิชาที่เป็นพื้นฐานจริง ๆ เช่น ภาษา และคณิตศาสตร์ เป็นต้น อย่าลืมว่าเนื้อหาจะต้องไม่มีผลด้วยภาษา เช่น คำศัพท์ สามารถหาได้ตั้งแต่อายุ 5 ปี ถึง 20 ปี ความสามารถในการบวกลบคูณหารก็สามารถหาได้ในช่วงอายุดังกล่าวเหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อจะดูว่าศัพท์ที่กำหนดไว้จำนวนหนึ่งนั้น ถ้านักเรียนคนหนึ่งอายุ 10 ปี สอบได้จำนวนหนึ่งลองไปเทียบเกณฑ์ปกติดูว่าน่าจะเป็นความสามารถคำศัพท์เท่าอายุเท่าไรแน่ อาจจะเท่ากับเด็กอายุ 8 ปี 10 ปี หรือ 15 ปี ก็ต้องเปรียบเทียบดูเกณฑ์แบบนี้วัดผลสัมฤทธิ์ ใช้น้อยมากแต่จะทำไว้เปรียบเทียบก็เป็นประโยชน์ดี

5. เกณฑ์ปกติระดับชั้น (Grade norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นว่าคะแนนเท่าไรควรอยู่ระดับชั้นไหนจึงจะเหมาะสม แบบทสอบที่จะทำเกณฑ์ปกติชนิดนี้ได้ก็ต้องเป็นเนื้อหาเดียวกัน ดังนั้นการวัดที่มีเนื้อหาแตกต่างกันตามระดับชั้นจะทำไม่ได้ ทำก็ไม่รู้จะเปรียบเทียบแปลผลว่าอย่างไร ดังนั้นวิชาที่นิยมมักจะเป็นวิชาพื้นฐานดังกล่าวแล้ว ในการสร้างเกณฑ์ปกติตามอายุนั่นเอง เช่น คำศัพท์ คณิตศาสตร์เบื้องต้น แบบทดสอบก็ต้องออกความรู้ความสามารถที่กว้างหน่อย เช่น คำศัพท์ก็ให้คลุมตั้งแต่ชั้นประถมปีที่ 1 ถึงมัธยมปีที่ 6 แล้วศึกษาดูว่าระดับชั้นประถมปีที่ 1 จะได้กี่คะแนน ปีที่ 2 จะได้กี่คะแนน ไปเรื่อย ๆ จนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะได้กี่คะแนน โดยมากแต่ละระดับชั้นก็จะเป็นช่วง คือการแจกแจงของคะแนนจะซ้อนทับกันเป็นระยะไป แต่เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ถ้าเด็กคนหนึ่งมาสอบแบบทดสอบฉบับนี้ได้คะแนน 20 คะแนน และกำลังเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2 แต่เทียบแล้วเท่ากับนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 จะได้นำไปพัฒนาต่อ

2.5.4 วิธีการหาเกณฑ์ปกติ

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง (2517 : 173 - 176) ได้กล่าวถึงวิธีสร้างเกณฑ์ปกติคะแนนที (Normalized T – score) ไว้ดังนี้

1. สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากสูงมาหาต่ำ แล้วหาความถี่ของแต่ละคะแนน

2. หาความถี่สะสม (Cumulative frequency) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ว่า cf หมายถึง จำนวนนักเรียนรวมตั้งแต่คะแนนต่ำสุดจนถึงคะแนนนั้น ความถี่สะสมของคะแนนใดอาจหาได้โดยเอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขในแถว f ของคะแนนนั้นบวกกันจนถึง f ของคะแนนต่ำสุด หรือเอา cf ของคะแนนที่ต่ำกว่าหนึ่งขั้น บวกกับ f ของคะแนนนั้นก็เป็น cf ของคะแนนที่ต้องการ

3. หาความถี่สะสมของจุดกลาง (Cumulative frequency of midpoint) ใช้ cfm หรือ cf-(1/2)f เป็นสัญลักษณ์ cfm ของคะแนนใดก็คือ cf ของคะแนนระดับนั้นลบกับครึ่งหนึ่งของ f ของคะแนนนั้น

4. หา PR โดยเอา $\frac{100}{N}$ คูณค่าของ cfm

5. หาคะแนน T ปกติ (Normalized T score) ที่มีค่า $\overline{X}$ = 50 และ SD. = 10 สรุปคือวิธีการหาค่าของ T ปกตินั้นก็ดำเนินการเช่นเดียวกับหา PR คือหา cf cfm PR จากนั้นเปิดตารางในการหาค่าของ T ปกตินั้น เมื่อแปลงคะแนนดิบเป็น PR แล้ว ถ้าค่าของ PR ที่หาได้ไม่ตรงกับ PR ในตารางก็ให้ใช้ค่าของ T ที่ใกล้เคียง เช่น เมื่อเราแปลงคะแนนเป็น PR ได้ PR = 92 แต่ในตารางนั้น PR เท่ากับ 92 ไม่มี แต่มี 91.92 กับ 93.32 เราจะเห็นว่า 92 มีค่าใกล้กับ 91.92 มากกว่า 93.32 ดังนั้น คาของ T จึงเท่ากับ 64 เป็นต้น

ดังนั้นเมื่อเราเปลี่ยนคะแนนที่สอบที่ได้หรือคะแนนดิบเป็นคะแนน T เราก็จะทราบค่าของ PR ทำให้เราทราบความหมายของคะแนนดีขึ้น โดยทราบว่านักเรียนคนนั้นสอบชนะเพื่อนมากี่เปอร์เซ็นต์แล้ว

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น และสร้างเกณฑ์ปกติในรูปของคะแนนทีปกติ

2.5.5 การแปลความหมายเกณฑ์ปกติ

ชวาล แพรัตกุล (2520 : 53) ได้กล่าวถึงการแปลความหมายเกณฑ์ปกติไว้ ดังนี้

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า	มีระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T 55 – T 65	แปลว่า	มีระดับสูง
ตั้งแต่ T 45 – T 55	แปลว่า	มีระดับพอใช้
เฉพาะที่ T 50	แปลว่า	มีระดับปานกลางของกลุ่ม
ตั้งแต่ T 35 – T 45	แปลว่า	มีระดับต่ำ
ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า	แปลว่า	มีระดับต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ T 35 T 45 T 55 และ T 65 ให้เลื่อนขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงถัดไปเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี รวมทั้งสิ้น 2,079 จากโรงเรียน 30 โรง (รายชื่อโรงเรียนทั้งหมดมีรายละเอียดในภาคผนวก ก)

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี จำนวน 336 คน โดยคำนวณตามสูตรของ Yamane (1967 : 440) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนประชากร

e แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 0.05

โดยมีลำดับขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการสุ่มโรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียนโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นของการสุ่ม สุ่มมาร้อยละ 50 ของแต่ละขนาด ได้โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 3 โรง โรงเรียนขนาดใหญ่ 2 โรง โรงเรียนขนาดกลาง 7 โรง และโรงเรียนขนาดเล็ก 3 โรง

ขั้นที่ 2 กำหนดสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียนเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 336 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 ทำการสุ่มนักเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้ โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ได้จำนวนนักเรียน 336 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2545 ที่เป็นประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ประชากร (คน)	กลุ่มตัวอย่าง (คน)
ใหญ่พิเศษ	ชลราษฎรอำรุง	439	102
	พนัสพิทยาคาร	203	47
	สิงห์สมุทร	270	62
ใหญ่	ศรีราชา	76	25
	สัตหีบวิทยาคม	57	18
กลาง	บ้านสวน (จั๋นอนุสรณ์)	43	10
	แสนสุข	13	3
	จุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย	116	28
	หัวถนนวิทยา	26	6
	บ่อทองวงษ์จันทร์วิทยา	39	9
	ทุ่งศุขลาพิทยา "กรุงไทยอนุเคราะห์"	35	9
	พลูตาหลวงพิทยา	31	8
เล็ก	หนองใหญ่ศิริวรวาทวิทยา	13	3
	อุทกวิทยา	6	2
	ผินแจ่มวิชาสอน	15	4
	รวมจำนวนนักเรียน	1381	336

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ จำนวน 40 ข้อ การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับตีความหมายของคะแนนจากผลการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบ ตลอดจนบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. วางแผนการสร้างแบบทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ตามแนวที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดไว้ในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 5 กลุ่มทักษะ

ขั้นที่ 2 สอบถามครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 ท่าน เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ ที่พบในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อนำมาพิจารณาเป็นจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบของแต่ละทักษะ (แบบสอบถามมีรายละเอียดในภาคผนวก ข)

ผู้วิจัยออกแบบสอบถามโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยออกแบบสอบถามเป็นตารางระดับคะแนนของความคิดเห็น เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย
1	พบน้อยที่สุด
2	พบน้อย
3	พบปานกลาง
4	พบมาก
5	พบมากที่สุด

นำแบบสอบถาม สอบถามความคิดเห็นของครูฟิสิกส์ จำนวน 7 ท่าน ในวันที่ 27 กรกฎาคม 2545 ผลจากแบบสอบถามพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในวิชาฟิสิกส์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยเชิงปริมาณของแต่ละกลุ่มทักษะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะ	คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
การนิยามปัญหา	2.42	พบน้อย
การตั้งสมมุติฐาน	1.80	พบน้อย
การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล	2.14	พบน้อย
การจัดกระทำกับข้อมูล	4.42	พบมาก
การสรุปและนำเสนอผล	4.85	พบมากที่สุด

ขั้นที่ 3 สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ 5 กลุ่มทักษะ รวม 120 ข้อ โดยมีจำนวนข้อของแต่ละทักษะดังนี้

1. ทักษะการนิยามปัญหา 21 ข้อ
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10 ข้อ
3. ทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล 18 ข้อ
4. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล 34 ข้อ
5. ทักษะการสรุป และนำเสนอผล 37 ข้อ

รวม 120 ข้อ

ขั้นที่ 4 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พิจารณา ดังรายนามต่อไปนี้

1. ผศ.ทนงศักดิ์ ประสพกิตติคุณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
2. อาจารย์พิมล พงษ์เผ่า อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนพลูตาหลวงวิทยา อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
3. อาจารย์กิตติ นิธิประภาวัฒน์ อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบ้านบึง "อุตสาหกรรมนุเคราะห์" อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี
4. อาจารย์สุนีย์ อิทธิปุณกุล อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
5. . อาจารย์ทัศนีย์ อ้วนคำ อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ ใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังสูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2523 : 88-90)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6-1.00 ไปใช้โดยข้อที่มีค่าน้อยกว่า 1.00 นำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งได้แนะนำให้ปรับภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับระดับของนักเรียน ส่วนข้อที่มีค่าต่ำกว่า 0.60 ตัดทิ้ง คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 100 ข้อ โดยแบ่งเป็น 2 ฉบับ แต่ละฉบับมี 50 ข้อ ประกอบด้วย ข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ โดยมีจำนวนข้อของข้อสอบแต่ละทักษะแสดงได้ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 จำนวนข้อของแบบทดสอบในแต่ละฉบับ จำแนกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ

ทักษะ	ฉบับที่ 1 ข้อที่	รวม (ข้อ)	ฉบับที่ 2 ข้อที่	รวม (ข้อ)
ทักษะการนิยามปัญหา	1-10	10	1-9	9
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	11-14	4	10-13	4
ทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล	15-22	8	14-20	7
ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล	23-36	14	21-35	15
ทักษะการสรุปและนำเสนอผล	37-50	14	36-50	15
รวม		50		50

ขั้นที่ 5 หาค่าความยากของข้อสอบรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จำนวน 200 คน เมื่อวันศุกร์ที่ 20 ธันวาคม 2545 โดยทดลองใช้ฉบับละ 100 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 % (คำนวณเฉพาะ27 % สูง - 27 % ต่ำ ส่วนคะแนนตรงกลางที่เหลือไม่นำมาคำนวณ) ดังสูตร (ภัทรา นิคมานนท์. 2538 : 140)

$$P = \frac{H + L}{N}$$

$$r = \frac{H - L}{N_H \text{หรือ } N_L}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

N_H แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง

N_L แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มไม่เก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ PR-Test ของศูนย์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนประสาหรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี

ขั้นที่ 6 ทำการคัดเลือกข้อสอบตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะได้ข้อสอบ 40 ข้อ โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ ตั้งแต่ 0.31-0.77 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ ตั้งแต่ 0.31-0.92 พร้อมทั้งพิจารณาปรับปรุงตัวลวงให้เหมาะสม โดยมีจำนวนข้อของข้อสอบแต่ละกลุ่มทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการนิยามปัญหา 6 ข้อ
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4 ข้อ
3. ทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล 6 ข้อ
4. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล 11 ข้อ
5. ทักษะการสรุป และนำเสนอผล 13 ข้อ

ถ้าในแต่ละทักษะพบว่ามีข้อที่วิเคราะห์แล้วมีค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงที่พิจารณา แต่จำนวนข้อเกินกว่าที่ต้องการ จะเลือกข้อที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกมากกว่าไว้

ขั้นที่ 7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 40 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ โรงเรียนชลบุรี "สุขบท" จำนวน 100 คน เมื่อวันจันทร์ที่ 20 มกราคม 2546 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.89 โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ดังสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

$$r_u = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ r_u แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิเคราะห์ค่า p, q และ pq โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลาในการทดสอบ

2. เตรียมแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่จะสอบในแต่ละครั้ง และวางแผนการดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

4. อธิบายให้นักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ก่อนที่จะเริ่มต้นทำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. นำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 336 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันจันทร์ที่ 3 กุมภาพันธ์ 2546 ถึงวันศุกร์ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2546

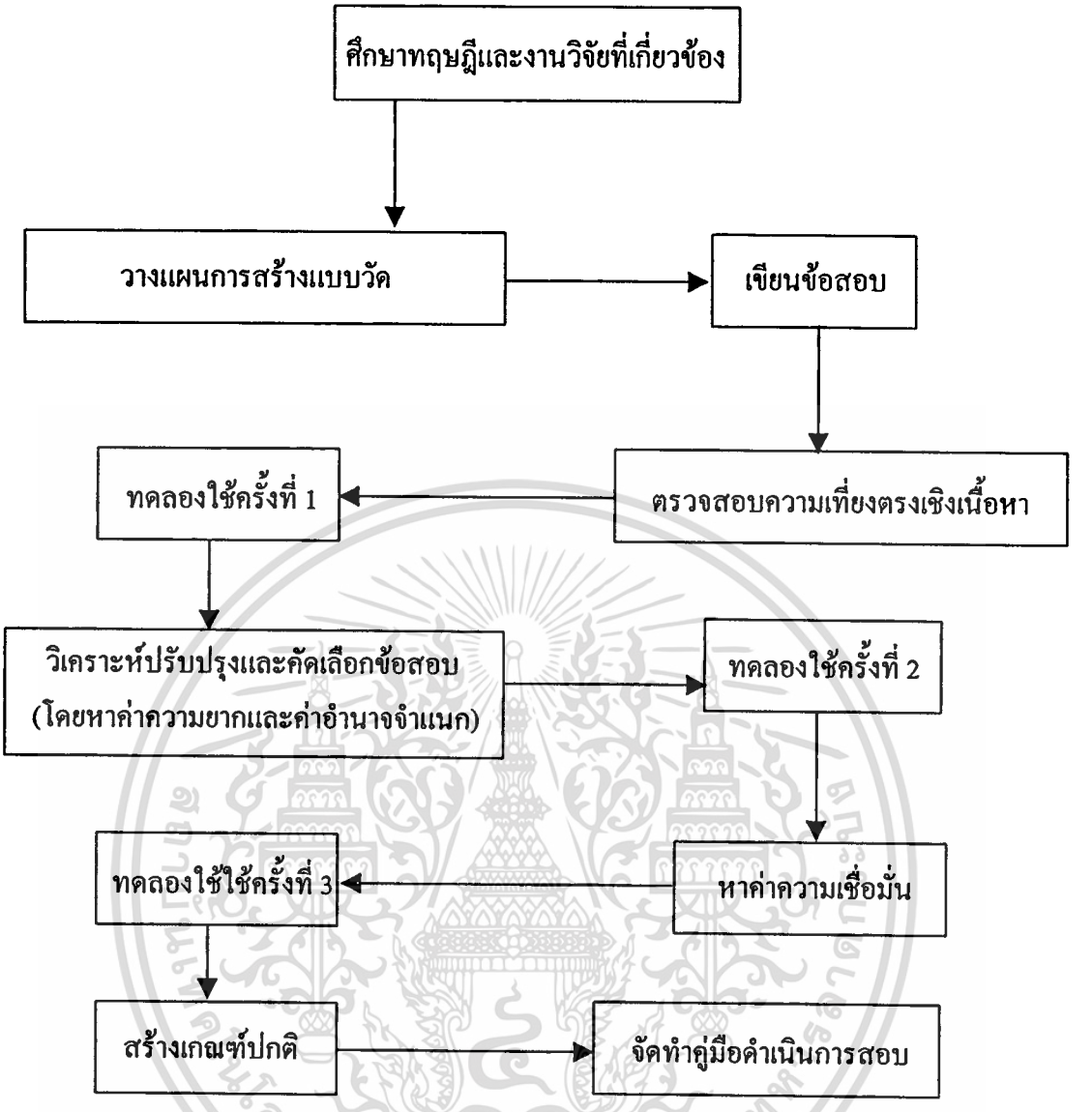
6. นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์มาสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนทีปกติ

7. สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ด้วยการแปลงคะแนนดิบ โดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติ ปรับการกระจายของคะแนนดิบให้เป็นการกระจายแบบโค้งปกติ คะแนนที (T – score)

8. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ชุดนี้

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบมาตรฐานกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ด้วยการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ PR-test

3. วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ดังสมการ

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับแปลความหมายของคะแนนจากผลการทดสอบ โดยนำคะแนนจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแปลงคะแนนดิบ โดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติ ปรับการกระจายของคะแนนดิบให้เป็นการกระจายแบบโค้งปกติ คะแนนที (T – score) ดังนี้

4.1 แจกแจงความถี่ของคะแนน (f) แล้วเรียงคะแนนจากน้อยไปหามาก

4.2 หาความถี่สะสม (cf) จากคะแนนน้อยไปหาคะแนนมีค่าสูง

4.3 หาคะแนนความถี่สะสมลบด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่

4.4 หาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) โดยใช้สูตร

$$PR = \frac{100}{N}\left[cf - \frac{1}{2}f\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

cf แทน ความถี่สะสม

f แทน ความถี่ของแต่ละช่วงคะแนน

4.5 หาคะแนนมาตรฐานจากตารางแจกแจงปกติแปลงเป็น T

4.6 การแปลความหมายเกณฑ์ปกติ

ชวาล แพรัตกุล (2520 : 53) ได้กล่าวถึงการแปลความหมายเกณฑ์ปกติไว้ ดังนี้

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า	มีระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T 55 – T 65	แปลว่า	มีระดับสูง
ตั้งแต่ T 45 – T 55	แปลว่า	มีระดับพอใช้
เฉพาะที่ T 50	แปลว่า	มีระดับปานกลางของกลุ่ม
ตั้งแต่ T 35 – T 45	แปลว่า	มีระดับต่ำ
ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า	แปลว่า	มีระดับต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ T 35 T 45 T 55 และ T 65 ให้เลื่อนขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงถัดไปเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ผลการพิจารณาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

เมื่อนำข้อสอบจำนวน 120 ข้อ นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC
1	1.0	16	1.0	31	0.8	46	0.8
2	1.0	17	1.0	32	1.0	47	0.8
3	1.0	18*	0.4	33	0.6	48	1.0
4	0.8	19	1.0	34*	0.4	49	1.0
5*	0.4	20	0.6	35	0.6	50	1.0
6	1.0	21	0.8	36	0.6	51	1.0
7	0.8	22	0.8	37	1.0	52	0.8
8	1.0	23	1.0	38	1.0	53*	0.4
9	0.8	24*	0.4	39	0.8	54	0.6
10	1.0	25	1.0	40	0.8	55	1.0
11	0.8	26	1.0	41	0.6	56	0.6
12	1.0	27*	0.4	42*	0.4	57	0.8
13	0.6	28	0.6	43	0.8	58	1.0
14	1.0	29	1.0	44	0.8	59	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกเป็นรายข้อ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1

ข้อที่	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	p	r	หมายเหตุ
1	0.81	0.08	ตัดออก	26	0.69	-0.15	ตัดออก
2	0.92	0.15	ตัดออก	27	0.58	0.38	ตัดออก
3	0.38	0.46	คัดเลือกไว้	28	0.77	0.31	ตัดออก
4	0.72	0.40	ตัดออก	29	0.38	0.46	คัดเลือกไว้
5	0.42	0.36	คัดเลือกไว้	30	0.50	0.54	คัดเลือกไว้
6	0.68	0.56	คัดเลือกไว้	31	0.27	-0.23	ตัดออก
7	0.77	0.31	ตัดออก	32	0.42	0.38	คัดเลือกไว้
8	0.35	-0.08	ตัดออก	33	0.50	-0.23	ตัดออก
9	0.54	0.52	คัดเลือกไว้	34	0.46	0.62	คัดเลือกไว้
10	0.04	-0.08	ตัดออก	35	0.46	0.31	คัดเลือกไว้
11	0.19	-0.38	ตัดออก	36	0.38	0.62	ตัดออก
12	0.50	0.85	คัดเลือกไว้	37	0.73	0.38	ตัดออก
13	0.81	0.23	ตัดออก	38	0.42	0.54	คัดเลือกไว้
14	0.77	0.31	ตัดออก	39	0.65	0.38	คัดเลือกไว้
15	0.69	0.15	ตัดออก	40	0.31	0.62	คัดเลือกไว้
16	0.08	0.15	ตัดออก	41	0.88	0.23	ตัดออก
17	0.88	0.23	ตัดออก	42	0.54	0.31	คัดเลือกไว้
18	0.77	0.31	คัดเลือกไว้	43	0.65	0.69	คัดเลือกไว้
19	0.65	0.08	ตัดออก	44	0.69	0.62	คัดเลือกไว้
20	0.85	0.31	ตัดออก	45	0.31	0.00	ตัดออก
21	0.73	0.38	คัดเลือกไว้	46	0.58	0.54	คัดเลือกไว้
22	0.77	0.31	คัดเลือกไว้	47	0.62	0.46	คัดเลือกไว้
23	0.81	0.38	ตัดออก	48	0.69	0.62	คัดเลือกไว้
24	0.77	0.15	ตัดออก	49	0.46	0.46	คัดเลือกไว้
25	0.77	0.15	ตัดออก	50	0.69	0.46	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับที่ 1 จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ตั้งแต่ 0.04 - 0.92 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ตั้งแต่ –0.38 - 0.69 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.31 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 - 0.85 ได้ข้อสอบไว้จำนวน 24 ข้อ คือข้อ 3, 5, 6, 9, 12, 18, 21, 22, 29, 30, 32, 34, 35, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49 และข้อ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกเป็นรายข้อ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ข้อที่	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	p	r	หมายเหตุ
1	0.85	0.31	ตัดออก	26	0.38	-0.77	ตัดออก
2	0.62	0.31	คัดเลือกไว้	27	0.58	0.69	คัดเลือกไว้
3	0.65	-0.23	ตัดออก	28	0.50	-0.69	ตัดออก
4	0.58	0.23	ตัดออก	29	0.69	0.31	ตัดออก
5	0.15	0.00	ตัดออก	30	0.04	-0.08	ตัดออก
6	0.96	0.08	ตัดออก	31	0.54	0.92	คัดเลือกไว้
7	0.08	0.00	ตัดออก	32	0.58	0.85	คัดเลือกไว้
8	0.42	0.85	คัดเลือกไว้	33	0.54	0.92	คัดเลือกไว้
9	0.50	0.08	ตัดออก	34	0.31	0.00	ตัดออก
10	0.42	0.69	คัดเลือกไว้	35	0.12	0.08	ตัดออก
11	0.50	0.23	ตัดออก	36	0.77	0.46	ตัดออก
12	0.46	0.46	คัดเลือกไว้	37	0.92	0.15	ตัดออก
13	0.69	0.31	คัดเลือกไว้	38	0.81	0.38	ตัดออก
14	0.62	0.62	คัดเลือกไว้	39	0.15	-0.31	ตัดออก
15	0.92	0.15	ตัดออก	40	0.85	0.31	ตัดออก
16	0.23	0.15	ตัดออก	41	0.69	0.62	คัดเลือกไว้
17	0.77	0.46	คัดเลือกไว้	42	0.77	0.31	ตัดออก
18	0.15	0.00	ตัดออก	43	0.58	0.38	คัดเลือกไว้
19	0.65	0.38	คัดเลือกไว้	44	0.65	0.23	ตัดออก
20	0.15	-0.31	ตัดออก	45	0.69	0.62	ตัดออก
21	0.73	0.54	คัดเลือกไว้	46	0.77	0.46	ตัดออก
22	0.04	-0.08	ตัดออก	47	0.12	-0.23	ตัดออก
23	0.31	-0.62	ตัดออก	48	0.12	-0.23	ตัดออก
24	0.00	0.00	ตัดออก	49	0.81	0.38	ตัดออก
25	0.38	0.77	คัดเลือกไว้	50	0.69	0.62	ตัดออก

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับที่ 2 จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.96 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง –0.77 - 0.92 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.38 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.31 - 0.92 ได้ข้อสอบไว้จำนวน 16 ข้อ คือข้อ 2, 8, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 21, 25, 27, 31, 32, 33, 41 และข้อ 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองใช้ครั้งที่ 1 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก(p) ตั้งแต่ 0.31 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.31 – 0.92 รวบรวมเป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 แสดงได้ดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) หมายเลขข้อของข้อสอบที่คัดเลือกไว้ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1

ข้อที่	P	r	หมายเลขของข้อสอบฉบับใหม่	กลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3	0.38	0.46	1	การนิยามปัญหา
5	0.42	0.36	2	
6	0.68	0.56	3	
9	0.54	0.52	4	
12	0.50	0.85	10	การตั้งสมมติฐาน
18	0.77	0.31	12	การออกแบบและรวบรวมข้อมูล
21	0.73	0.38	13	
22	0.77	0.31	14	
29	0.38	0.46	23	
30	0.50	0.54	24	การจัดกระทำกับข้อมูล
32	0.42	0.38	26	
34	0.46	0.62	25	
35	0.46	0.31	27	
38	0.42	0.54	28	การสรุปและนำเสนอผล
39	0.65	0.38	39	
40	0.31	0.62	29	
42	0.54	0.31	38	
43	0.65	0.69	30	
44	0.69	0.62	31	
47	0.58	0.46	32	
48	0.69	0.62	34	
49	0.46	0.46	40	
50	0.69	0.46	36	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.31-0.77 ซึ่งเป็นค่าความยากที่อยู่ในเกณฑ์คือตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.31-0.85 ซึ่งเป็นค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยแยกเป็นจำนวนข้อของแต่ละกลุ่มทักษะดังนี้

ทักษะการนิยามปัญหา	จำนวน	4	ข้อ
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	จำนวน	1	ข้อ
ทักษะการออกแบบและการรวบรวมข้อมูล	จำนวน	3	ข้อ
ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล	จำนวน	5	ข้อ
ทักษะการสรุปและนำเสนอผล	จำนวน	11	ข้อ

ตารางที่ 4.5 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) หมายเลขข้อของข้อสอบที่คัดเลือกไว้ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ข้อที่	P	r	หมายเลขของข้อสอบฉบับใหม่	กลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2	0.62	0.31	5	การนิยามปัญหา
8	0.42	0.85	6	
10	0.42	0.69	7	การตั้งสมมติฐาน
12	0.46	0.46	8	
13	0.69	0.31	9	
14	0.62	0.62	11	การออกแบบและรวบรวมข้อมูล
17	0.77	0.46	16	
19	0.65	0.38	15	
21	0.73	0.54	17	การจัดกระทำกับข้อมูล
25	0.38	0.77	18	
27	0.58	0.69	19	
31	0.54	0.92	20	
32	0.58	0.85	21	
33	0.54	0.92	22	
41	0.69	0.62	37	การสรุปและนำเสนอผล
43	0.58	0.38	35	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 16 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.38 - 0.77 ซึ่งเป็นค่าความยากที่อยู่ในเกณฑ์คือตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.31 - 0.92 ซึ่งเป็นค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยแยกเป็นจำนวนข้อของแต่ละกลุ่มทักษะดังนี้

ทักษะการนิยามปัญหา	จำนวน	2 ข้อ
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	จำนวน	3 ข้อ
ทักษะการออกแบบและการรวบรวมข้อมูล	จำนวน	3 ข้อ
ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล	จำนวน	6 ข้อ
ทักษะการสรุปและนำเสนอผล	จำนวน	2 ข้อ

1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่ได้คัดเลือกจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 จำนวน 40 ข้อ นำมาทดลองใช้ครั้งที่ 2 แล้วนำผลคะแนนของการสอบมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ทั้งฉบับมีค่า 0.89 โดยแสดงค่า p,q และpq ดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่า (p) และค่า (q) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบ		แสดงค่า			ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบ		แสดงค่า		
	ถูก	ผิด	p	q	pq		ถูก	ผิด	p	q	pq
1	40	60	0.40	0.60	0.24	21	69	31	0.69	0.31	0.21
2	27	73	0.27	0.73	0.19	22	44	56	0.44	0.56	0.24
3	72	28	0.72	0.28	0.20	23	23	77	0.23	0.77	0.19
4	24	76	0.24	0.76	0.18	24	47	53	0.47	0.53	0.24
5	34	66	0.34	0.66	0.22	25	32	68	0.32	0.68	0.21
6	63	37	0.63	0.37	0.23	26	48	52	0.48	0.52	0.24
7	40	60	0.40	0.60	0.24	27	35	65	0.35	0.65	0.22
8	50	50	0.50	0.50	0.25	28	55	45	0.55	0.45	0.24
9	67	33	0.67	0.33	0.22	29	32	68	0.32	0.68	0.21
10	58	42	0.58	0.42	0.24	30	48	52	0.48	0.52	0.24
11	59	41	0.59	0.41	0.24	31	42	58	0.42	0.58	0.24
12	76	24	0.76	0.24	0.18	32	37	63	0.37	0.63	0.23
13	51	49	0.51	0.49	0.24	33	74	27	0.74	0.27	0.19
14	52	48	0.52	0.48	0.24	34	39	61	0.39	0.61	0.23
15	68	32	0.68	0.32	0.21	35	27	73	0.27	0.73	0.19
16	56	44	0.56	0.44	0.25	36	51	49	0.51	0.49	0.24
17	55	45	0.55	0.45	0.24	37	62	38	0.62	0.38	0.23
18	20	80	0.20	0.80	0.16	38	61	49	0.61	0.49	0.24
19	49	51	0.49	0.51	0.24	39	69	31	0.69	0.31	0.21
20	30	70	0.30	0.70	0.21	40	58	42	0.58	0.42	0.24
											$\sum pq = 8.88$

จากตารางที่ 4.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ ได้เท่ากับ 0.89 โดยใช้สูตร KR - 20 ของ Kuder-Richardson จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อ $n = 40$, $\sum pq = 8.8$, $S_t^2 = 69.84$ จะได้

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1}\left[1-\frac{8.88}{69.84}\right]$$

$$r_{tt} = 0.89$$

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติเพื่อใช้ตีความหมายคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นเกณฑ์ท้องถิ่น (Local Norms) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดชลบุรีเท่านั้น โดยสร้างเป็นเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนทีปกติ (Normalized T-Score) เป็นการแปลงคะแนนจากรูปแบบการแจกแจงเดิมไปสู่การแจกแจงแบบโค้งปกติ ด้วยการหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์(PR) โดยใช้สูตร

$$PR = \frac{100}{N}\left[cf-\frac{1}{2}f\right]$$

PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

cf แทน ความถี่สะสม

f แทน ความถี่ของแต่ละช่วงคะแนน

ค่าที่ได้นำไปเปิดตาราง (ในภาคผนวก ฉ) ดังแสดงได้ในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คะแนน ความถี่ ความถี่สะสม ครึ่งหนึ่งของความถี่ ความถี่สะสมลบด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ คะแนนทีปกติ (Normalized T-Score)

คะแนน	ความถี่	ความถี่สะสม	cf - (1/2) f	PR	T
33	1	336	335.5	99.85	80
31	1	335	334.5	99.55	76
30	3	334	332.5	98.96	73
29	2	331	330	98.21	71
28	8	329	325	96.73	68
27	8	321	317	94.35	66
26	16	313	305	90.77	63
25	12	297	291	86.61	61
24	14	285	278	82.74	59
23	14	271	264	78.57	58
22	18	257	248	73.81	56
21	21	239	228.5	68.01	55
20	20	218	208	61.90	53
19	17	198	189.5	56.40	52
18	23	181	169.5	50.45	50
17	30	158	143	42.56	48
16	25	128	115.5	34.38	46
15	22	103	92	27.38	44
14	9	81	76.5	22.77	42
13	16	72	64	19.05	41
12	13	56	49.5	14.73	40
11	13	43	36.5	10.86	38
10	12	30	24	7.14	35
9	7	18	14.5	4.32	33
8	5	11	8.5	2.53	30
7	2	6	5	1.49	28
6	3	4	2.5	0.74	18
3	1	1	0.5	0.15	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี มีค่าอยู่ระหว่าง 3-33 คะแนน เทียบเป็นคะแนนทีปกติที่ T14 – T80 ซึ่งแปลความหมายได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำมากถึงสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาแบบทดสอบมาตราฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทำให้เป็นมาตรฐาน โดยหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

1.2 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ (Difficulty)

1.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (Discrimination)

1.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability)

2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับแปลความหมายของคะแนนจากผลการสอบ

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี รวมทั้งสิ้น 2,079 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 30 โรง ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 336 คน จากโรงเรียน 15 โรง

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วยกลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ ได้แก่ ทักษะการนิยามปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล และทักษะการสรุปและนำเสนอผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตศึกษา ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนต่างๆ จำนวน 16 โรงเรียน โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปสอบนักเรียนตามโรงเรียนที่กำหนดไว้ และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ในระหว่าง วันที่ 15 ธันวาคม 2545 ถึง วันที่ 28 ธันวาคม 2546 โดยขอความร่วมมือจากครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และการใช้ครั้งที่ 3 มาวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2. หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ จากการทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 1 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ PR-Test ของศูนย์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนประสาหรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากการทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 2 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

4. สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยนำการแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 336 คน นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์หาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ปรับการกระจายของคะแนนดิบให้เป็นการกระจายแบบโค้งปกติคะแนนที (T-score)

5.1.6 ผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ได้ผลการวิจัยพบว่า ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานตั้งแต่ 0.6-1.00 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.31-0.77 และ 0.31-0.92 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยคำนวณใช้สูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ 0.89 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เมื่อนำมาหาค่าคะแนนทีปกติ ได้ค่าทีปกติอยู่ระหว่าง T14 – T80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือต้องการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี ผลที่ได้จากการวิจัยมีประเด็นที่สำคัญที่ควรอภิปราย ดังนี้

1. ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ จากทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ทั้ง 2 ฉบับ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบรายข้อระหว่าง 0.20–0.80 และค่าจำแนกของข้อสอบรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปเพราะข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดังกล่าว เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพรายข้อดีและเหมาะสม (ชวาล แพรัตกุล. 2516 : 314) ปรากฏว่าจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มีค่าความยากของข้อสอบรายข้อระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ ครบ 40 ข้อ เพียงแต่ต้องนำข้อสอบบางข้อ มาปรับปรุงข้อบกพร่องบางอย่าง เช่น ความกำกวมของภาษา ความชัดเจนของกราฟและรูปภาพประกอบโจทย์ให้สถานการณ์วกวนสับสน ลักษณะตัวเลือกเด่นชัดเกินไป รวบรวมเป็นฉบับใหม่ ได้ข้อสอบ 40 ข้อ ครอบคลุม 5 กลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1	ทักษะการนิยามปัญหา	6 ข้อ
2	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	4 ข้อ
3	ทักษะการออกแบบและรวบรวมข้อมูล	6 ข้อ
4	ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล	11 ข้อ
5	ทักษะการสรุปและนำเสนอผล	13 ข้อ

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ

ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder–Richardson ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ทั้งฉบับที่นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 ซึ่งหมายความว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น ถือว่าเป็นเครื่องมือมีประสิทธิภาพในการวัด ค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง 1 และจะพิจารณาค่าที่เป็นบวกเท่านั้น ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นได้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 209) ไม่มีเครื่องมือใด ที่สามารถมีความเชื่อมั่นได้ถึง 1.00 แต่การสร้างเครื่องมือจะต้องให้มีความเชื่อมั่นอย่างสูงใกล้ ๆ 1.00 ไว้ก่อนเสมอ มิฉะนั้นเครื่องมือเหล่านั้นจะเป็นเครื่องมือที่ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการวัด ไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เมื่อใดความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่ำ เมื่อนั้น ความคลาดเคลื่อนของการวัดจะสูงด้วย

3. เกณฑ์ปกติในรูปคะแนนทีปกติ

ผลการวิจัยปรากฏว่า ค่าทีปกติอยู่ระหว่าง T14–T80 ซึ่งสอดคล้องกับ เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง (2517 : 176) ที่กล่าวว่า ค่าของ T สูงสุดจะเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนคน ถ้าคนมากค่าของ T สูงสุดก็จะมาก เช่น นักเรียน 200 คน ค่าทีปกติอยู่ระหว่าง 22-78 ถ้านักเรียน 1000 คน ค่าทีปกติอยู่ระหว่าง 17-83 โดยประมาณ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติ กาญจนภาชน์ (2544 : บทคัดย่อ) ที่หาค่าเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้ค่าทีปกติเท่ากับ T18 – T79

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีประเด็นที่ควรนำมาอภิปราย คือ ในภาพรวมของข้อสอบมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.31-0.77 ข้อสอบที่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไปจะเป็นข้อสอบที่ไม่ดี สมควรตัดทิ้งเพราะข้อสอบยากเกินไป นักเรียนทุกคนทำไม่ได้เหมือนกันหมด หรือข้อสอบที่ง่ายเกินไป นักเรียนทุกคนทำได้มาก ทำให้แยกไม่ออกว่าใครเก่งกว่ากัน (กรมวิชาการ. 2531 : 211) จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี คือมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 (กรมวิชาการ. 2531 : 211) และมีค่าเฉลี่ยของค่าความยากคือ 0.56 ข้อสอบที่จะมีค่าอำนาจจำแนกสูงจะต้องเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.40-0.60 (กรมวิชาการ. 2531 : 213) เมื่อพิจารณาค่าทีปกติ ซึ่งเป็นคะแนนมาตรฐาน สามารถนำมาบวก ลบ และเฉลี่ย เมื่อนำผลมาเฉลี่ยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับปานกลาง คือได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนทีเท่ากับ 49.98 จากการประเมินคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ช่วงคะแนนอยู่ในระดับพอใช้ (35%-62.50%) ซึ่งเป็นระดับปานกลาง (กรมวิชาการ. 2536 : ภาคผนวก) สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็ยังประสบกับปัญหาพบว่า เนื้อหาในแบบเรียนมีมากเกินไป ทำให้ผู้สอนห่วงแต่จะสอนเนื้อหาให้จบ ไม่สนใจฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ส่วนตัวนักเรียนนั้นจะไม่สนใจซักถามหรือทำการทดลอง ถ้าจะทำการทดลองที่ชอบทำเฉพาะที่แปลก ๆ น่าตื่นเต้นเท่านั้น นอกจากนั้นอุปกรณ์ ที่กำหนดในการทดลองบางรายการหายาก หรือราคาแพง (สสวท. 2538 : 4-5) ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองไม่สัมฤทธิ์เท่าที่ควร นอกจากนี้นักเรียนยังขาดการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ผลที่ตามมาคือ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ยินดี สวนะคุณานนท์. 2536 : 4) ดังนั้นเมื่อนำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จึงทำให้ได้ผลคะแนนของการทดสอบเป็นเช่นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนหรือผู้บริหารโรงเรียนสามารถนำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดสอบกับนักเรียนในโรงเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะทำให้ทราบว่านักเรียนแต่ละคน แต่ละห้องเรียน หรือในภาพรวมของโรงเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติของจังหวัด ซึ่งเกณฑ์ปกตินี้ไม่ควรใช้เกิน 5 ปีการศึกษานับตั้งแต่ปีที่สร้าง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 314)

2. ครูผู้สอนอาจนำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อทำให้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีจุดอ่อนในทักษะใด เพื่อที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

3. ครูผู้สอนอาจนำแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ไปศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้

4. ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพและทำให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการสร้างเครื่องมือวิจัยในรูปแบบอื่นหลาย ๆ รูปแบบ ที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เพื่อจะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น

2. ควรมีการสร้างเกณฑ์ปกติระดับชาติ ในระดับชั้นต่างๆ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้รู้จุดบกพร่อง นำมาแก้ไข ปรับปรุงไม่ว่าจะเป็นครูผู้สอน นักเรียน หรือหลักสูตร ให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. 2535. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533.)** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. 2536. **สรุปผลการประเมินผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2536.** กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

กิตติ กาญจนภาชน์. 2544. "การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เกียรติคุณ กังวาลวงศ์ไพศาล. 2533. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จีระนันท์ จูนก. 2535. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จีระนันท์ ประทุมศิริ. 2533. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

ชวาล แพรัตกุล. 2520. **คู่มือดำเนินการสอบแบบทดสอบมาตรฐาน ความถนัดทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ์. 2539. "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน." ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เทื้อน ทองแก้ว. 2542. "การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน" หน้า 81 ในสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี. **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 9 (วทร.9).** จันทบุรี : สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาราธร ห้วงน้ำ. 2527. "ปัญหาและความต้องการในการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 12." วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพวรรณ ประทุมศิริ. 2533. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุตรดิตถ์." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

นิเชต สุนทรพิทักษ์. 2542. "มองหลัง-แลหน้า บทบาทศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยในสถาบันราชภัฏ." หน้า 59. ในสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี. **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 9 (วทร.9).** จันทบุรี : สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2523. **การประเมินผลการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์.

ประมวล ศิริผันแก้ว. 2542. "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้." หน้า 72. ในสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี. **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 9 (วทร.9).** จันทบุรี : สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2537. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ภัทรา นิคมานนท์. 2538. **การประเมินผลการเรียน.** กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์.

ธำรง บัวศรี. 2532. **ทฤษฎีหลักสูตร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

ยินดี สวนะคุณานนท์. 2536. "วิทยาศาสตร์อยู่ที่ไหน." **วารสาร สสวท.81 (21).** กรุงเทพฯ : สสวท.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. 2531. "การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539. **เทคนิควัดผลการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. **เทคนิควัดผลการเรียนรู้.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัฒนชัย จันทร์วีนุกูล. 2538. "การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

วิชัย ลาลูน. 2533. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดศรีสะเกษ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

วิภา ภัทรมัย. 2522. "สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534. **คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ ว 421.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538. "สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของหลักสูตร พ.ศ. 2503-2539." **วารสาร สสวท. 90 (15).** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมบูรณ์ เสียงวัฒนะ. 2535. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิทยาลัยครู หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต โปรแแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ. 2533. **การประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

สุมาลี จันทร์ชลอ. 2542. **การวัดและประเมินผล.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

สุณี จันดา. 2537. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุตรดิตถ์." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุมิตรา คำนึงครวญ. 2533. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการควบคุมตัวแปรของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุโขทัย." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง. 2517. **หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา.** พิษณุโลก : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

อดิศัย พยุงทรัพย์. 2534. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิษณุโลก." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรพิน อุนอารี. 2536. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพิจิตร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อนันต์ จันทร์กวี. 2523. "ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้นม.ศ. 2 และ ม. 2. " ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

อาภรณ์ ศิลป์ดอน. 2533. "การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดขอนแก่น." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Ebel, Robert L. 1972. **Measuring Educational Achievement.**. New Jersey : Prentice-Hall.

Eileen Scanlon. 1993. "Solving the problem of physics problem solving." **International Journal Mathematics Education and Science Technology.** 24, 3 : 349-358.

Yamane, T. 1967. **Statistics : Anintroductory Analysis.** 2 nd ed. New york : Harper & Harper.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 1 รายชื่อและขนาดของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี ที่เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545
ใหญ่พิเศษ	ชลกันยานุกูล	192
	ชลราษฎรอำรุง	439
	ชลบุรี "สุขบท"	133
	พนัสพิทยาคาร	203
	โพธิสัมพันธ์พิทยาคาร	69
	สิงห์สมุทร	270
ใหญ่	บ้านบึง "อุตสาหกรรมนุเคราะห์"	72
	ศรีราชา	76
	บางละมุง	59
	สัตหีบวิทยาคม	57
กลาง	บ้านสวน (จั๋นอนุสรณ์)	43
	แสนสุข	13
	ชลราษฎรอำรุง 2	35
	บ้านบึง "มนูญวิทยาคาร"	13
	คลองกิ่วยิ่งวิทยา	30
	จุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย	115
	ทุ่งเหียงพิทยาคม	13
	หัวถนนวิทยา	26
	เกาะโพธิ์ถ้วยงามวิทยา	23
	เกาะจันทร์พิทยาคาร	36
	บ่อทองวงษ์จันทร์วิทยา	39
	ทุ่งสุขลาพิทยา "กรุงไทยอนุเคราะห์"	35
	พลูตาหลวงวิทยา	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545
เล็ก	หนองรีมงคลสวัสดิ์	4
	หนองใหญ่ศิริวรวาทวิทยา	13
	อุทกวิทยา	6
	บึงศรีราชาพิทยาคม	16
	เกาะสีชัง	3
	ผินแจ่มวิชาสอน	15
รวม		2,079

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม ความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. การกรอกแบบสอบถามนี้เป็นการรวบรวมความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อนำไปประกอบการกำหนดจำนวนข้อในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี

2. กำหนด ระดับคะแนนของความคิดเห็น เป็น 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนน	ความหมาย
1	พบทักษะนั้นน้อยที่สุด
2	พบทักษะนั้นน้อย
3	พบทักษะนั้นปานกลาง
4	พบทักษะนั้นมาก
5	พบทักษะนั้นมากที่สุด

ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนนของความคิดเห็น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ระดับคะแนนของความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. การนิยามปัญหา					
2. การตั้งสมมติฐาน					
3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล					
4. การจัดกระทำกับข้อมูล					
5. ทักษะการสรุป และนำเสนอผล					

ขอขอบพระคุณที่กรุณากรอกแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1 คะแนนการสอบของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน ในการทดลองใช้ครั้งที่ 2

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	X	X^2		X	X^2		X	X^2		X	X^2
1	30	900	26	19	361	51	6	36	76	27	729
2	33	1089	27	27	729	52	23	529	77	16	256
3	19	361	28	25	625	53	16	256	78	15	225
4	21	441	29	33	1089	54	30	900	79	21	441
5	26	676	30	35	1225	55	34	1156	80	24	256
6	19	361	31	30	900	56	26	676	81	25	625
7	35	1225	32	21	441	57	32	1024	82	25	625
8	34	1156	33	20	400	58	11	121	83	11	121
9	15	225	34	14	196	59	11	121	84	19	361
10	27	729	35	16	256	60	19	361	85	24	576
11	20	400	36	11	121	61	15	225	86	11	121
12	26	676	37	24	576	62	23	1024	87	23	529
13	34	1156	38	28	784	63	26	676	88	32	1024
14	34	1156	39	17	289	64	15	225	89	32	1024
15	7	49	40	19	361	65	13	169	90	26	676
16	27	729	41	7	49	66	16	256	91	18	324
17	32	1024	42	31	961	67	14	196	92	24	579
18	34	1156	43	37	1369	68	29	841	93	17	289
19	17	289	44	27	729	69	12	144	94	17	289
20	21	441	45	33	1089	70	12	144	95	15	225
21	26	676	46	34	1156	71	15	225	96	30	900
22	33	1089	47	31	961	72	24	256	97	36	1296
23	15	225	48	19	361	73	10	100	98	16	256
24	17	289	49	22	484	74	29	841	99	21	441
25	22	484	50	19	361	75	25	625	100	36	1296
ΣX										2261	
ΣX^2											58035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที บางข้ออาจง่าย บางข้ออาจยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
3. การตอบให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก, ข, ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ
4. นักเรียนควรคิดให้รอบคอบก่อนที่จะตอบ เพราะการเดาไม่ช่วยให้คะแนนดีขึ้นเลย
5. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปริมาณใดที่บอกถึงสมบัติของวัตถุในการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

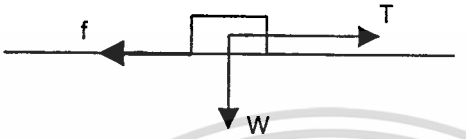
   ก. แรง

   ข. มวล

   ค. น้ำหนัก

   ง. ความเฉื่อย

2. ให้นักเรียนพิจารณารูปและข้อความต่อไปนี้



T เป็น แรงตึงในเส้นเชือกซึ่งดึงวัตถุอยู่

f เป็น แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุ

W เป็น น้ำหนักของวัตถุ

คู่ของแรงที่เป็นแรงกิริยา-ปฏิกิริยาซึ่งกันและกันคือคู่ใด

ก. T กับ f

ข. f กับ แรงเสียดทานที่วัตถุกระทำต่อพื้น

ค. W กับ f

ง. T กับ แรงที่โลกกระทำกับวัตถุ

3. ตัวเลือกในข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์ทั้งหมด

   ก. แรง เวลา พื้นที่

   ข. มวล เวลา ความหนาแน่น

   ค. ความเร็ว พื้นที่ ความเร่ง

   ง. แรง ความเร็ว ความเร่ง

4. ความเร็วของอนุภาคหนึ่งมีค่าเป็นไปตามสมการ $v = u + at$ เมื่อ v และ u มีหน่วยเป็น km/hr และเวลา t มีหน่วยเป็น s ความเร่ง จะมีหน่วยเป็นอะไร

   ก. km/s

   ข. km/hr

   ค. km/hr/.s

   ง. km.h/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วัตถุหนึ่งมีความเร็วต้นแทนค่าด้วยตัวแปร a ความเร็วปลายแทนค่าด้วยตัวแปร b ความเร่งแทนค่าด้วย c วัตถุนี้จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางตามสมการในข้อใด

   ก. $(b + a)^2 / 2c$

   ข. $(b - a)^2 / 2c$

   ค. $(b - a)(b + a) / 2c$

   ง. $(a^2 + b^2) / 2c$

6. ข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดถูกต้องเสมอ

   ก. เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะอยู่นิ่งเสมอ

   ข. เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

   ค. แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน ทิศตรงข้ามกัน จึงทำให้แรงลัพธ์บนวัตถุเป็นศูนย์

   ง. วัตถุบนผิวโลกจะดึงดูดโลกด้วยขนาดคงที่เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ

7. จากข้อความที่ว่า "เมื่อรถเบรคอย่างกระทันหัน ตัวเราจะเซไปข้างหน้า" จากเหตุการณ์ในข้อความนี้ เราอาจอธิบายโดยอาศัยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อที่เท่าไร

   ก. ข้อที่ 1

   ข. ข้อที่ 2

   ค. ข้อที่ 3

   ง. กฎแรงดึงดูดของโลก

8. เมื่อความเร่งคงที่ ทิศทางของความเร็วของวัตถุจะเปลี่ยนไปได้หรือไม่

   ก. ได้ เพราะความเร็วสามารถเปลี่ยนทิศได้ โดยที่มีความเร่งคงที่

   ข. ไม่ได้ เพราะความเร่งต้องมีทิศเดียวกับความเร็ว

   ค. ได้ เพราะความเร่งคืออัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

   ง. ไม่ได้ เพราะความเร่งคงที่ ความเร็วต้องคงที่ด้วย

9. ในช่วงเวลาที่ความเร็วลดลง กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาจะเอียงไปทางใด

   ก. ซ้าย

   ข. ขวา

   ค. ไม่เอียงทางใด

   ง. ตอบไม่ได้แล้วแต่กรณี (โจทย์ให้ข้อมูลน้อยไป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. วัตถุที่มีอัตราเร็วคงที่ ความเร็วของวัตถุนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในขณะเดียวกันได้หรือไม่

ก. ได้ เพราะอัตราเร็วเป็นขนาดของความเร็ว

ข. ไม่ได้ เพราะอัตราเร็วคงที่ ความเร็วต้องคงที่ด้วย

ค. ได้ เพราะอัตราเร็วและความเร็วคือปริมาณเดียวกัน

ง. ไม่ได้ เพราะอัตราเร็วคงที่ ความเร็วต้องเป็นศูนย์

11. วัตถุขนาดเท่ากันต้องมีมวลเท่ากันหรือไม่

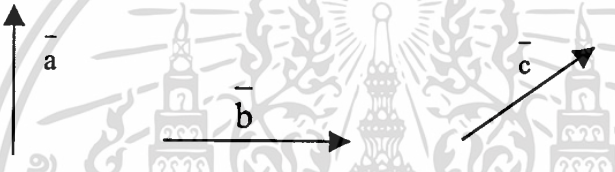
ก. เท่ากัน เพราะจะต้านการเปลี่ยนสภาพของการเคลื่อนที่ของวัตถุเหมือนกัน

ข. ไม่เท่ากัน เพราะมวลจะแปรผกผันกับขนาด

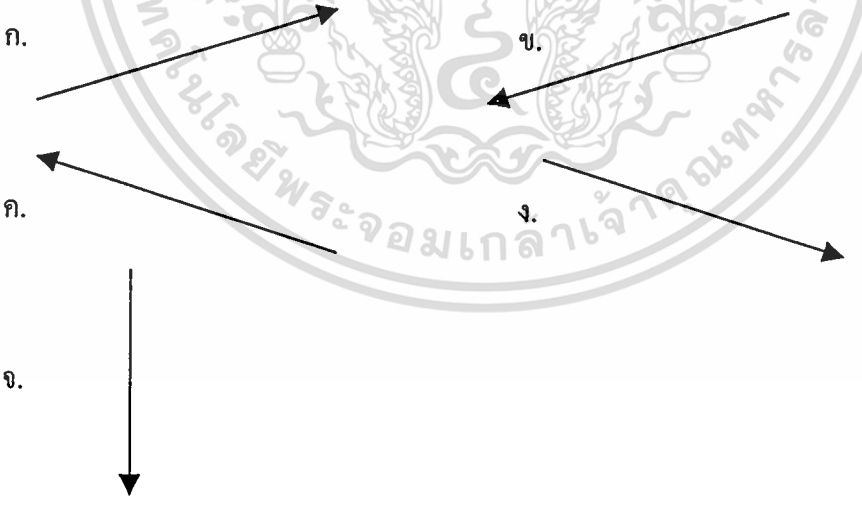
ค. เท่ากัน เพราะเมื่อขนาดของวัตถุเท่ากันมวลเป็นปริมาณที่บอกขนาดจึงเท่ากันด้วย

ง. เท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

พิจารณาเวกเตอร์ $\bar{a}$, $\bar{b}$ และ $\bar{c}$ ดังรูป



พิจารณาตัวเลือกต่อไปนี้แล้วใช้ตอบโจทย์ทดสอบต่อไปนี้



12. เวกเตอร์ $-(\bar{b} + \bar{c})$ ควรเป็นรูปใด

ก. ก

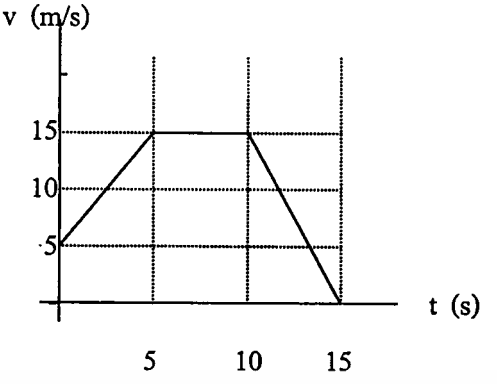
ข. ข

ค. ง

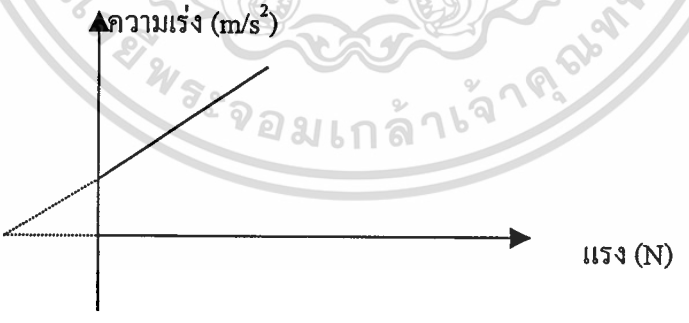
ง. จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่กำหนดให้ ถ้าวัตถุที่เคลื่อนที่มีมวล 2.0 kg. ให้นักเรียนตอบคำถาม ข้อ 13-14



13. ในช่วง 5 วินาทีแรก วัตถุเคลื่อนที่ภายใต้กฎของนิวตันข้อใด
    ก. ข้อที่ 1
    ข. ข้อที่ 2
    ค. ข้อที่ 3
    ง. ข้อที่ 1 และ 3
14. ในช่วงวินาทีที่ 5-10 วัตถุอยู่ภายใต้กฎการเคลื่อนที่ข้อใด
    ก. ข้อที่ 1
    ข. ข้อที่ 2
    ค. ข้อที่ 3
    ง. ข้อที่ 1 และ 2
15. ในการทดลองหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับแรงที่กระทำต่อวัตถุมีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



จากกราฟ เพราะเหตุใดเส้นกราฟที่ได้จึงไม่ผ่าน 0
ก. แรงกระทำต่อวัตถุมีขนาดสูงเกินไป
ข. แรงกระทำต่อวัตถุมีขนาดไม่แน่นอน
ค. การชดเชยค่าแรงเสียดทานมากเกินไป
ง. การชดเชยค่าแรงเสียดทานน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. แรงที่นักเรียนผลักกำแพงกับแรงที่กำแพงกระทำต่อนักเรียนเป็นแรงกิริยาและปฏิกิริยาตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน หรือไม่

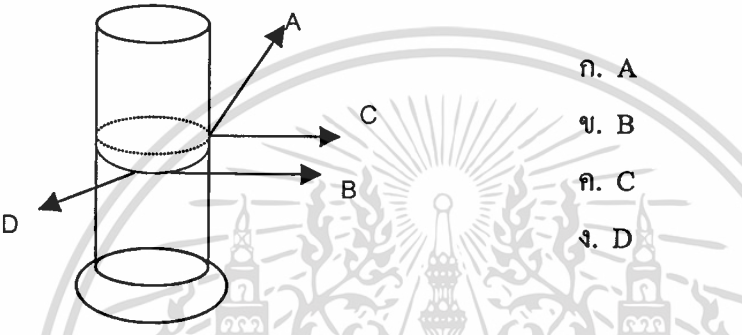
ก. เป็น เพราะคนจะเคลื่อนที่ถอยหลัง

ข. ไม่เป็น เพราะคนจะหยุดอยู่กับที่

ค. เป็น เพราะเป็นแรงกระทำซึ่งกันและกันของวัตถุสองก้อน

ง. ไม่เป็น เพราะเป็นแรงที่กระทำตำแหน่งเดียวกัน

17. การวัดระดับของของเหลวด้วยกระบอกตวงจะต้องมองในแนวใดจึงจะถูกต้อง



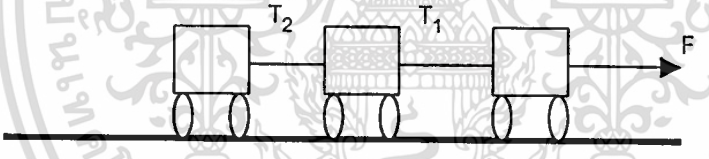
ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

18. จากรูป ถ้าพื้นไม่มีแรงเสียดท่าน จงหา F เป็นกี่เท่าของ T_2



ก. 1/3

ข. ½

ค. 2

ง. 3

19. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม และ 3 กิโลกรัม ผูกไว้ที่ปลายเชือกที่ร้อยผ่านรอกลื่นข้างละก้อน เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่อย่างอิสระจะมีความเร่งและความตึงในเส้นเชือกเท่าไร

ก. 1 m/s^2, 20 N

ข. 2 m/s^2, 24 N

ค. 3 m/s^2, 25 N

ง. 3.5 m/s^2, 30 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. วัตถุมวล 1 kg ซึ่งอยู่ในสภาพนิ่ง ถูกแรง 2 N กระทำอยู่เป็นเวลา 2 s ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด เมื่อเวลา 5 s

ก. 4 m

ข. 12 m

ค. 16 m

ง. 25 m

21. แรง 5 N กระทำต่อวัตถุในแนวทิศเหนือและแรง 10 N กระทำในแนวทิศตะวันตก แรงลัพธ์จะมีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. $5\sqrt{5}$ N มีทิศไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ

ข. 15 N มีทิศไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ

ค. $5\sqrt{5}$ N มีทิศไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ

ง. 15 N มีทิศไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ

22. รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 6 วินาทีที่จับเวลารถแล่นได้ 270 m ถ้าความเร็วสุดท้ายเป็น 80 m/s เมื่อเริ่มจับเวลาความเร็วของรถเป็นเท่าไร

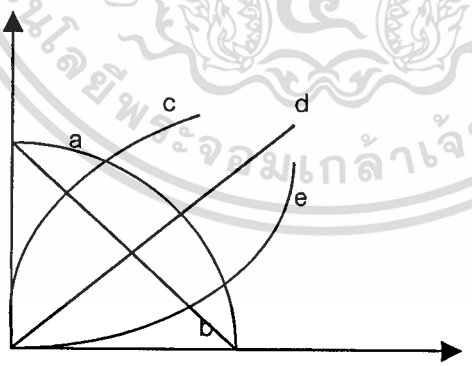
ก. 10 m/s

ข. 13 m/s

ค. 15 m/s

ง. 20 m/s

อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้กราฟการกระจัดกับเวลาดังรูป



23. กราฟใดแสดงการเคลื่อนที่ถอยหลังจากอัตราเร็วต้นเป็นศูนย์ โดยมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น

ก. a

ข. b

ค. c

ง. e

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. กราฟใดแสดงการเคลื่อนที่จากความเร็วต้นเป็นศูนย์ โดยมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น

ก. b

ข. c

ค. d

ง. e

25. อนุภาคแอลฟา เคลื่อนที่ผ่านหลอดตรงซึ่งยาว 2 m. ถ้าอนุภาคนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งสม่ำเสมอ เข้าหลอดด้วยความเร็ว 1000 m/s และออกจากหลอด 4000 m/s อนุภาคนี้อยู่ในหลอดนานเท่าไร

ก. 7.5×10^{-3} s

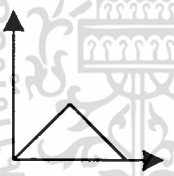
ข. 7.5×10^{-4} s

ค. 8×10^{-3} s

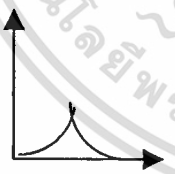
ง. 8×10^{-4} s

26. ปล่อยลูกบอลลูกหนึ่งให้ตกลงในแนวดิ่งโดยเสรี เข้ากระทบพื้นแข็งมาก แล้วลูกบอลกระดอนกลับขึ้นไปได้สูงเท่าเดิมกราฟการกระจัด s กับเวลา t และกราฟความเร็ว v กับเวลา t ของลูกบอลคือรูปใดตามลำดับ

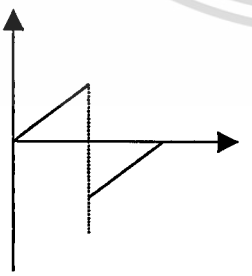
1.



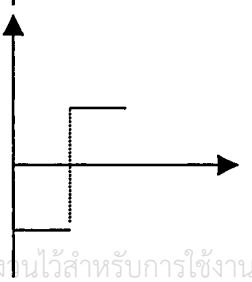
2.



3.



4.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

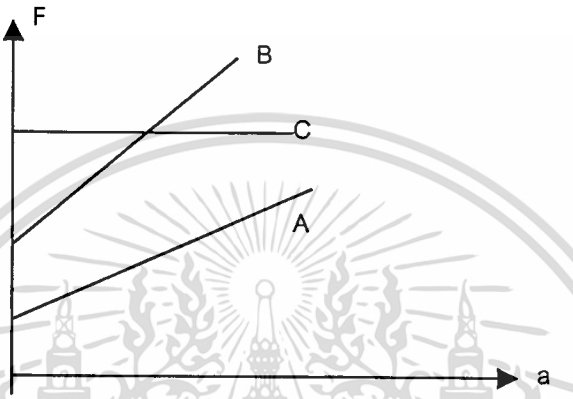
ก. รูป 4 และ 2

ข. รูป 2 และ 3

ค. รูป 1 และ 4

ง. รูป 3 และ 2

27. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองดึงวัตถุ 3 ชิ้น A, B, C โดยใช้แรงขนาดต่าง ๆ กัน สำหรับวัตถุแต่ละชิ้น แล้วบันทึกความเร่งคำนวณหาความเร่ง นำมาเขียนกราฟระหว่างแรงกับความเร่ง ได้ดังรูป



จากกราฟนี้สรุปตามข้อใดจึงจะถูกต้องที่สุด

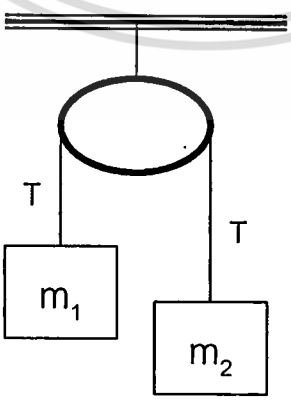
ก. วัตถุ A มีมวลมากที่สุด

ก. วัตถุ B มีมวลมากที่สุด

ก. วัตถุ C มีมวลมากที่สุด

ก. วัตถุ C มีมวลน้อยที่สุด

28. วัตถุมวล m_1 และ m_2 ผูกติดกับปลายเชือกเส้นหนึ่ง ซึ่งร้อยผ่านรอกลื่น ดังรูป โดย m_1 มีค่ามากกว่า m_2 ความตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. $T = \left(\frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2} \right) g$

ข. $T = \left(\frac{m_1m_2}{m_1 + m_2} \right) g$

ค. $T = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1m_2} \right) g$

ง. $T = \left(\frac{m_1 + m_2}{2m_1m_2} \right) g$

29. จากรูป นักเรียนใช้เชือกมวล 0.5 กิโลกรัม ผูกติดกับถุงทรายมวล 4 กิโลกรัม ถ้านักเรียนใช้มือดึงเชือกที่จุด A ด้วยแรง 9 นิวตัน ในแนวระดับ จงหาว่าถุงทรายจะดึงเชือกที่จุด B ด้วยแรงเท่าไร (สมมุติว่าพื้นไม่มีแรงเสียดทาน)

ก. 4.5 N

ข. 8.0 N

ค. 9.0 N

ง. 10.0 N

30. แรง 40 และ 18 นิวตัน เมื่อนำแรงทั้งสองมากระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่ง แล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในตัวเลือกไม่ถูกต้อง

ก. แรงกระทำไปทางเดียวกัน แรงลัพธ์เป็น 58 N

ข. แรงกระทำไปในทิศทางตรงข้ามกัน แรงลัพธ์เป็น 22 N

ค. แรงกระทำในทิศตั้งฉากกัน แรงลัพธ์เป็น 43.9 N

ง. แรงกระทำในทิศทำมุม 60^0 แรงลัพธ์เป็น 60 N

31. ข้อใดกล่าวถึงการที่คนเราสามารถกระโดดขึ้นจากพื้นได้ถูกต้อง

ก. เพราะมีแรงจากพื้นกระทำในทิศขึ้น แต่แรงนี้มีค่าได้ไม่เกินน้ำหนักตัว

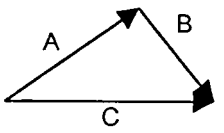
ข. เพราะมีแรงจากพื้นกระทำในทิศขึ้น มีค่ามากกว่าแรงที่คนกระทำต่อพื้น

ค. เมื่อคนออกแรงกระทำต่อพื้นด้วยแรงที่มากกว่าน้ำหนักตัว พื้นก็จะผลักกลับด้วยแรงขนาดเท่ากัน ตัวคนเราจึงลอยขึ้นจากพื้นได้

ง. เป็นการกระทำของแรงภายในของกล้ามเนื้อขาที่กระทำต่อตัวเอง พื้นไม่สามารถออกแรงกระทำให้คนเคลื่อนที่ขึ้นได้เพราะว่าพื้นอยู่นิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36. จากรูป พิจารณาว่าข้อสรุปใดถูกต้อง

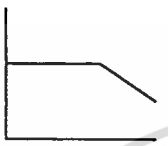


ก. A = B + C ข. C = A + B

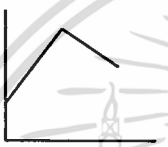
ค. B = A + C ง. A = C - B

37. กราฟความเร็ว (v) กับเวลา (t) ที่มีความเร่งคงที่เป็นรูปใด

ก.



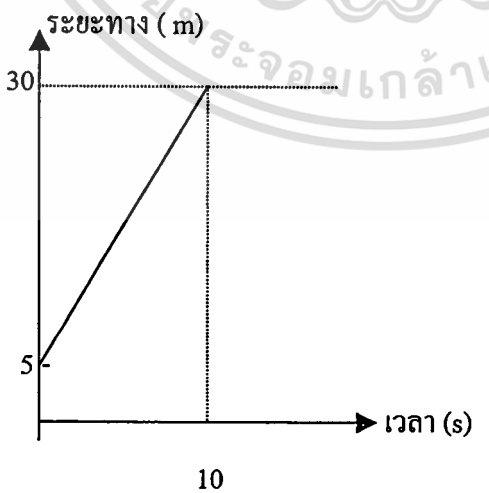
ข.



ค.

ง.

38. จากรูปกราฟเส้นตรงต่อไปนี้ ถ้าเวลาผ่านไป อีก 10 s จะได้ระยะทำไร



ก. 45 m/s

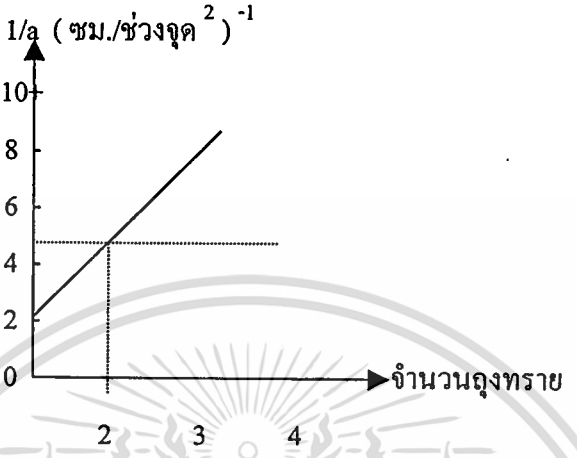
ข. 55 m/s

ค. 62.5 m/s

ง. 125 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39. ในการทดลองกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเมื่อใช้แรงดึงรถคงที่ และเปลี่ยนมวลของรถ เริ่มต้นด้วยรถ 2 คัน แล้วเพิ่มถุงทราย 1, 3 และ 5 ถุงตามลำดับ ปรากฏว่า เมื่อบันทึกความเร็วด้วยเครื่องเคาะสัญญาณเวลาซึ่งเคาะ 50 จุดต่อวินาที แล้วนำมาวิเคราะห์จนเขียนกราฟระหว่างจำนวนถุงทราย และส่วนกลับของความเร่งได้ ดังรูป



เมื่อจำนวนถุงทรายเป็น 2 ถุง ความเร่งเป็นกี่เซนติเมตร/(วินาที)^2

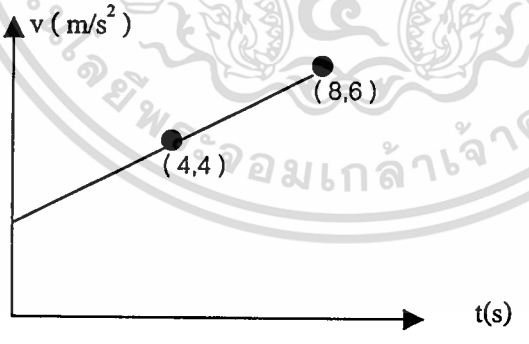
ก. 300 cm/s^2

ข. 400 cm/s^2

ค. 500 cm/s^2

ง. 600 cm/s^2

40. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของมวล m เป็นดังนี้



ความเร่งของมวล m มีค่าเท่าใด

ก. 0.5 cm/s^2

ข. 2.0 cm/s^2

ค. 4.6 cm/s^2

ง. 6.0 cm/s^2

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือดำเนินการแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความหมายของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปในลักษณะที่เน้นกระบวนการในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจทักษะ 5 กลุ่ม ดังกล่าว คือ

1. การนิยามปัญหา (Defining Problems) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองนั้นให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

1.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition) เป็นการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น และตัวแปรที่ต้องควบคุม

ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) คือ สิ่งอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งจะต้องควบคุมไม่ให้มีความแตกต่างกัน เพื่อจะทำให้ผลการทดลองถูกต้อง ไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากตัวแปรอื่นเข้ามามีผลร่วมด้วย

2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) เป็นการคิดคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งขึ้นอาจถูก หรือผิดจะทราบได้หลังจากการทดลองแล้วว่า ผลที่ได้จากการทดลองเป็นการสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น

3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection) เป็นการวางแผนการศึกษาหรือหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย ไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรืออาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วย เช่น ใช้แว่นขยาย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

3.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ในการบันทึกผลการวัดทุกครั้งจะต้องมีหน่วยวัดกำกับเสมอ เป็นการเปรียบเทียบวัตถุหรือเหตุการณ์กับมาตรฐานอาจเป็นด้านความยาว พื้นที่ ปริมาตร มวล อุณหภูมิ แรง หรือเวลา

3.3 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

3.3.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์ ตัวอย่าง สิ่งมีชีวิต สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3.3.2 การปฏิบัติการทดลองเป็นการดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบหรือวางแผนไว้

3.3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ อาจจำเป็นต้องออกแบบตารางบันทึกข้อมูลเพื่อสะดวกและง่ายต่อการบันทึกข้อมูล

4. การจัดกระทำกับข้อมูล (Data Processing) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองมาจัดระบบหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ หรือความแตกต่างที่ชัดเจน มีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการจัดหมวดหมู่ หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.2 การคำนวณ (Calculating) การนับจำนวนวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยหรืออื่นๆ

4.3 การจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ ที่จัดทำในข้อ 4.1 และ 4.2 แล้วนั้น มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ บรรยาย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communication) เป็นการประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและศึกษาค้นคว้า เพื่อทดสอบมาตรฐานการทดลองที่ตั้งขึ้นว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้นอย่างไร และเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบ อาจเป็นรายงานโดยการพูด หรือเขียน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.1 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เป็นการอ่านตาราง กราฟ แผนภูมิ ฯลฯ แล้วอธิบายความหมายเพื่อตอบปัญหาที่ทำการศึกษาหรือทดลองนั้น ๆ

5.2 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ ในการทดลองนั้น ๆ ประกอบกันกับหลักฐาน กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยกันสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

5.3 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การขยายความคิดหรือความรู้ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลตามหลักการ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎี รวมทั้งจากผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ ไปยังกลุ่มประชากร

ความมุ่งหมาย

แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดสอบทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน บิดามารดา ผู้ปกครอง

โครงสร้างของแบบวัด

แบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมหลายด้าน รวมทั้งการแสวงหาความรู้ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบเพียงคำตอบเดียว มีทั้งหมด 40 ข้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มทักษะด้านต่าง ๆ 5 กลุ่มทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการนิยามปัญหา	6 ข้อ คือ ข้อ 1-6
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	4 ข้อ คือ ข้อ 7-10
3. ทักษะการออกแบบและรวบรวมข้อมูล	6 ข้อ คือ ข้อ 11-16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล 11 ข้อ คือ ข้อ 17-27

5. ทักษะการสรุปและนำเสนอผล 13 ข้อ คือ ข้อ 28-40

การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

ในการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ได้ดำเนินการทดลอง ปรับปรุงหลายครั้ง ดังนี้

ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 ได้นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาเป็นรายข้อ บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้อง

การทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี แยกเป็น 2 ฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ แต่ละฉบับใช้กับนักเรียน 60 คน รวม 200 คน วิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ รวบรวมเป็นฉบับใหม่สำหรับใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งคัดเลือกไว้ รวม 40 ข้อ

การทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลบุรี "สุขบท" อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ มีค่าเป็น 0.89 การทดลองครั้งที่ 3 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 336 คน จากโรงเรียน 15 โรง เพื่อวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ และสร้างเกณฑ์ปกติ ในรูปคะแนนทีปกติไว้เปรียบเทียบ

วิธีดำเนินการสอบ

วิธีดำเนินการสอบแบ่งเป็นสามระยะคือ การเตรียมตัวก่อนสอบ วิธีปฏิบัติขณะสอบและเมื่อสอบเสร็จแล้ว มีลำดับขั้นดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบล่วงหน้า และแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ

1.2 เตรียมอุปกรณ์ในการสอบให้เรียบร้อย และมีผู้ดำเนินการสอบ 1 คน กับผู้ช่วย 1 คน

1.3 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบ ได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบให้มีจำนวนมากกว่าผู้เข้าสอบ ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์

1.4 การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจง วิธีทำล่วงหน้าอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างคล่องแคล่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีดำเนินการ ปฏิบัติดังนี้

2.1 พูดโน้มน้าวจิตใจผู้สอบ ให้มีความกระตือรือร้นที่จะทำการสอบอย่างเต็มกำลังความสามารถ

2.2 การให้คำชี้แจง รายละเอียดของคำชี้แจงจะปรากฏอยู่บนแผ่นหน้าของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ทุกฉบับ ผู้ดำเนินการสอบต้องให้คำชี้แจงจำกัดอยู่แต่เฉพาะเท่าที่ปรากฏเท่านั้น โดยอธิบายวิธีตอบให้ผู้เข้าสอบเข้าใจอย่างชัดเจนทุกคน และอย่าให้ผู้เข้าสอบลงมือทำก่อนเวลา ควรให้ลงมือทำ และเริ่มจับเวลาตั้งแต่ผู้ดำเนินการสอบอนุญาตให้ลงมือทำได้

2.3 การเตือนเวลา ให้เตือนสองครั้งเท่านั้น คือเตือนเมื่อหมดเวลาครึ่งแรก และอีก 2-3 นาที จะหมดเวลาอีกครั้งหนึ่ง

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา

3.1 สั่งให้ผู้สอบวางดินสอ หรือปากกา หยุดทำทันทีแล้วเก็บกระดาษคำตอบและแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแล้ว ก่อนที่จะให้ผู้สอบออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบกล่าวคำชมเชยนักเรียนที่พยายามตั้งใจสอบเป็นอย่างดี เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ

วิธีตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน ผู้ตรวจต้องถือหลักการให้คะแนน ดังนี้

1. ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบตรงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบไม่ตรงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

เกณฑ์ปกตินี้เป็นเกณฑ์ระดับท้องถิ่น (Local Norms) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี จำนวน 336 คน เกณฑ์ปกตินี้ สร้างในรูปคะแนนทีปกติ (Normalized T-Score) การสร้างเกณฑ์ปกติมีความสำคัญตรงที่ จะต้องแปลงคะแนนจากจุดหลักให้เป็นช่วง ๆ ให้เท่ากันอย่างมีความหมายทั้งตอนบนและตอนล่างและในการแบ่งนี้จะใช้คะแนนดิบไม่ได้ เพราะว่าคะแนนดิบมีหน่วยไม่เท่ากัน และยังไม่มีความหมายในตัวเอง จำเป็นต้องใช้สถิติมาช่วยแปลงคะแนนต่าง ๆ เหล่านั้นให้เป็นหน่วยเดียวกันเสียก่อน จึงสามารถตัดคะแนนเหล่านั้นออกเป็นช่วง ๆ ได้ตามต้องการ จากนั้นทำบัญชีสำหรับเปลี่ยนมาตราว่า แต่ละคะแนนดิบที่นักเรียนได้นั้นจะมีค่าเทียบเท่ากับคะแนนแปลงรูปหรือคะแนนทีปกติที่สร้างมานั้นเท่าใด

การใช้เกณฑ์ปกติ เมื่อครูตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนเสร็จแล้วก็นำคะแนนดิบของนักเรียนไปเทียบกับคะแนนทีปกติ ในตารางสำเร็จรูปของคะแนนดิบกับคะแนนทีปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 1 การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติ

คะแนนดิบ	คะแนนทีปกติ	คะแนนดิบ	คะแนนทีปกติ
3	14	19	52
6	18	20	53
7	28	21	55
8	30	22	56
9	33	23	58
10	35	24	59
11	38	25	61
12	40	26	63
13	41	27	66
14	42	28	68
15	44	29	71
16	46	30	73
17	48	31	76
18	50	33	80

เกณฑ์ตัดสิน

เนื่องจากการคิดของคะแนนเป็นแบบอิงกลุ่มปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงใช้คะแนนในรูปคะแนนทีปกติหลังจากแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติแล้ว การตัดสินระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล. 2520 : 53)

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า	มีระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T 55 – T 65	แปลว่า	มีระดับสูง
ตั้งแต่ T 45 – T 55	แปลว่า	มีระดับพอใช้
เฉพาะที่ T 50	แปลว่า	มีระดับปานกลางของกลุ่ม
ตั้งแต่ T 35 – T 45	แปลว่า	มีระดับต่ำ
ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า	แปลว่า	มีระดับต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี T 35 T 45 T 55 และ T 65 ให้เลื่อนขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงถัดไปเสมอ

หมายเหตุ : เฉลยข้อสอบของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ติดต่อผู้วิจัย โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 20150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 1 ค่าสถิต คะแนนที (T – Score)

คะแนน T	% ที่อยู่ใต้	คะแนน T	% ที่อยู่ใต้	คะแนน T	% ที่อยู่ใต้	คะแนน T	% ที่อยู่ใต้
10	.0032	31	2.89	52	57.93	73	98.93
11	.0048	32	3.59	53	61.79	74	99.18
12	.007	33	4.46	54	65.54	75	99.38
13	.011	34	5.48	55	69.15	76	99.53
14	.016	35	6.68	56	72.57	77	99.65
15	.023	36	8.08	57	75.80	78	99.74
16	.034	37	9.68	58	78.81	79	99.82
17	.048	38	11.51	59	81.59	80	99.865
18	.069	39	13.57	60	84.13	81	99.903
19	.097	40	15.87	61	86.43	82	99.931
20	.13	41	18.41	62	88.49	83	99.952
21	.19	42	21.19	63	90.32	84	99.966
22	.26	43	24.20	64	91.92	85	99.977
23	.35	44	27.43	65	93.32	86	99.984
24	.47	45	30.85	66	94.52	87	99.9890
25	.62	46	34.46	67	95.54	88	99.9928
26	.82	47	38.21	68	96.41	89	99.9952
27	1.07	48	42.07	69	97.13	90	99.9968
28	1.39	49	46.02	70	97.72		
29	1.79	50	50.00	71	98.21		
30	2.28	51	53.98	72	98.61		

ที่มา : จากหนังสือ STATTIS IN PSYCHOLOGY AND EDUCATION ของ GARRETT
อ้างใน สุมาสี จันทร์ชลอ (2542 : 298)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางปัณริสา บ้านพวน
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2510
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	407/139 หมู่ที่ 12 ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 20260
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 20150
ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประวัติการศึกษา	2527 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี
	2530 การศึกษาบัณฑิต เอกฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
	2546 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้