การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

นายสุภชิต ผดุงผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING THE ABILITIES IN USING SCIENTIFIC METHOD IN PHYSICS UNDER DIFFERENT NUMBERS OF EVENT AND RATER: AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY

Mr. Suphachit Phadungphon

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน:การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
โดย	นายสุภชิต ผดุงผล
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์)

สุภชิต ผดุงผล : การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน:การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING THE ABILITIES IN USING SCIENTIFIC METHOD IN PHYSICS UNDER DIFFERENT NUMBERS OF EVENT AND RATER: AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์, 149 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น มีจำนวน 4 เหตุการณ์ โดยเหตุการณ์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เป็นเนื้อหาเรื่องงานและพลังงาน , โมเมนตัมและการชน , การเคลื่อนที่แบบหมุน และสภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น ตามลำดับ ในแต่ละเหตุการณ์ประกอบด้วย 5 ข้อคำถาม แบบสอบที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนข้อคำถามรวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม ข้อคำถามแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และความสามารถในการสรุปผล ตามลำดับ แบบสอบทั้ง 4 เหตุการณ์มีความสอดคล้องของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อคำถามมีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม แบบสอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว และผู้ตรวจจำนวน 2 คน สูง

2. แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีค่าความเที่ยงไม่ต่ำกว่า 0.8 สามารถเลือกใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ได้ดังนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 เหตุการณ์ขึ้นไป ภายใต้ผู้ตรวจจำนวน 1 คนจะมีค่าความเที่ยงมีค่าเกิน 0.8 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์พบว่า แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ ที่มีค่าความเที่ยงไม่ต่ำกว่า 0.8 สามารถเลือกใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 7 เหตุการณ์ขึ้นไป ภายใต้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5883859627 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION
KEYWORDS: ESSAY QUESTION TEST / SCIENTIFIC METHOD

SUPHACHIT PHADUNGPHON: COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING THE ABILITIES IN USING SCIENTIFIC METHOD IN PHYSICS UNDER DIFFERENT NUMBERS OF EVENT AND RATER: AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY. ADVISOR: ASSOC. PROF.KAMONWAN TANGDHANAKANOND, Ph.D., 149 pp.

The purpose of this research were 1) to develop modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physics and 2) to compare the reliability of the modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physics under different numbers of event and rater by applying the Generalizability theory. The research findings were as follows:

1. The developed modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physics comprised of 4 events. Each event 5 questions. There were total 20 questions. The contents of the first, second, third and fourth event were Work and Energy, Momentum and Collision, Rotational motion and Balance and flexibility, respectively Question 1, 2, 3, 4 and 5 of each event measured the ability to identify problems, the ability to hypothesize, the ability to design the experiments to test hypotheses, the ability to gather information. and the ability to draw conclusions, respectively. There were a congruence between the items and the learning contents purposes, The items had appropriate difficulty value and discrimination power. Has the ability to identify candidates. The developed modified essay question test had high intra and inter rater reliability.

2. The essay question test with 4 events or more and 1 rater had the G – coefficient for relative decision of 0.8 or more, whereas the essay question test with 7 events or more and 2 raters had the G – coefficient for absolute decision of 0.8 or more.

Department:	Educational Research and Psychology	Student's Signature .....
		Advisor's Signature .....
Field of Study:	Educational Measurement and Evaluation	
Academic Year:	2016	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตาจากรองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์พร้อมทั้งในด้านเนื้อหาและคุณค่าทางวิชาการมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในคณะครุศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณาจารย์ในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ได้มอบความรู้ความเข้าใจ ทักษะความสามารถ ประสบการณ์และกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้อยู่ในรั้วคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแห่งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านดังรายชื่อในภาคผนวก ที่ได้กรุณาสละเวลาในการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่ายิ่งในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณ อาจารย์ผู้ประสานงาน และนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดียิ่งจนการเก็บรวบรวมข้อมูลลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ รุ่นน้อง และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจและเป็นที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณป้า คุณพ่อ คุณแม่ คุณอา เป็นอย่างยิ่ง ที่ให้โอกาสให้กำลังใจ ให้การช่วยเหลือ และสนับสนุนผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมุติฐานการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 9

ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 17

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด 24

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย 35

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 37

ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 38

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล 51

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 55

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 55

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด 70

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 77

สรุปผลการวิจัย 79

อภิปรายผลการวิจัย 81

ข้อเสนอแนะ 83

รายการอ้างอิง 86

ภาคผนวก 91

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ 92

ภาคผนวก ข แนวคำตอบ 93

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนน 96

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ ในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 97

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 16

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 20

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 39

ตารางที่ 4 โครงสร้างของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 43

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์ 50

ตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ 64

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวคำตอบ 65

ตารางที่ 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน ข้อสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ 66

ตารางที่ 9 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้ 68

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียวที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง 69

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน 70

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for p x r x (i:o) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 71

ตารางที่ 13 ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เมื่อจำนวนเหตุการณ์ 3,

Chulalongkorn University

4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ จำนวนข้อคำถาม 5 ข้อ ในแต่ละเหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน..... 74

ตารางที่ 14 ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เมื่อจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน จำนวนข้อคำถาม 5 ข้อ ในแต่ละเหตุการณ์ และ จำนวนเหตุการณ์ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์..... 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ p x I (One facet, p x I design) 31

ภาพที่ 2 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับองค์ประกอบแบบไขว้ p x r x o (Two – facet, p x r x o design) 32

ภาพที่ 3 แหล่งของความแปรปรวนสำหรับสามองค์ประกอบ (Three – facet, p x o x (r:s) design) 34

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย 36

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ความรู้แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดทั้งในปัจจุบันและในอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ในบริบทของการดำรงชีวิตประจำวันและในการทำงานต่างๆ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะรู้และเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้และกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ , 2551) ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของนักการศึกษาหลายท่านที่เห็นพ้องต้องกันว่า การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นให้ผู้เรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และใช้เพื่อแก้ปัญหาภายนอกห้องเรียนได้ (Hassard, 2008; ภพ เลาหไพบูลย์, 2537; วนิดา ฉัตรวิราคม, 2537; วรรณทิพา รอดแรงเค้า, 2544)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน โดยเริ่มจากการสังเกตสิ่งต่างๆ แล้วรวบรวมเป็นข้อมูลมาระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดสอบสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นสรุปผล (Carey, 2004; Harreid, 2010; Karsai & Kampis, 2010; ชุติมา วัฒนะคีรี, 2541; Carin and Sund, 1980 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์

และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548; ภพ เลาหไพบูลย์, 2537; ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544; สุวัฒน์ นิยมค้า, 2531; อัจฉรา วิญญกูล, 2555)

จะเห็นได้ว่า ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ขั้นตอน ล้วนต้องมีการฝึกฝนและเรียนรู้จากผู้สอนในสถานศึกษาในแต่ละระดับชั้น มีการพัฒนาบ่มเพาะผู้เรียนให้เกิดขึ้นทีละทักษะอย่างเป็นลำดับ ค่อยเป็นค่อยไป และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีการระบุสมรรถนะสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (กรมวิชาการ, 2546; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542) ถือได้ว่า ระบบการศึกษาไทยก็มีความต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา และการใช้ชีวิต ซึ่งสมรรถนะเหล่านี้ ล้วนสอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์และถ้าหากผู้เรียนมีความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนั่นหมายความว่าผู้เรียนมีสมรรถนะตามที่หลักสูตรแกนกลางฯ กำหนด

การวัดความสามารถในการใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ ต้องใช้เครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา วิธีที่ดีที่สุดที่ควรนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินจากการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามเหตุการณ์ที่กำหนดให้ แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าในการจัดการเรียนการสอนจริงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ต้องให้นักเรียนเรียนรู้มีมากมายหลากหลาย นอกจากนั้นครูยังจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวและคำนึงถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2557) และที่สำคัญครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นที่ต้องรับผิดชอบ อีกทั้งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบก็มีมากเกินกว่าจะสามารถให้นักเรียนฝึกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองได้ และถ้าครูใช้การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองเท่านั้น ก็อาจส่งผลทำให้การประเมินล้มเหลวได้ ดังนั้น ครูจึงควรเลือกการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและบริบท แบบสอบก็ถือเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากจะสามารถแสดงให้เห็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับการประเมินการปฏิบัติแล้ว ยังมีความสะดวกในการจัดการสอบและประหยัดงบประมาณในการจัดสอบด้วย และแบบสอบที่นิยมนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มักจะเป็นแบบสอบความเรียง ที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงศักยภาพของตนเองสูงสุด

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Essay Question, MEQ) เป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง แต่มีการเสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วแทรกคำถามเป็นระยะๆ ผู้เรียนต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการคิดหาคำตอบ และจะไม่สามารถกลับไปแก้คำตอบที่ทำผ่านไปแล้วได้ แบบสอบ

อัตนัยประยุกต์สามารถวัดความสามารถในระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การแก้ปัญหา สามารถวัดทักษะการแสดงความคิดเห็น การเรียบเรียงและสังเคราะห์ความคิดผ่านทางการเขียน กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในแนวลึก (Deep approach learning) เพราะต้องเขียนตอบด้วยตนเอง ไม่มีตัวเลือกให้เลือก จึงทำให้สามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่แท้จริงของผู้เรียนได้ และจากการศึกษางานวิจัยพบว่า ยังไม่มีผู้ใดนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์มาใช้วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ยังมีปัญหาเรื่องจำนวนเหตุการณ์ที่ใช้ โดยพบว่าส่วนใหญ่แบบสอบที่ใช้มีจำนวนเหตุการณ์มากเกินไป ส่งผลให้แบบสอบมีจำนวนข้อย่อยมากตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Feletti (1980) พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ สุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ และแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ดวงมณี หล้าคำดง (2544) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 50 ข้อ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวัด คือ ถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ ดังเช่น Feletti (1980) ได้ศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า ถ้านำแบบสอบจำนวนข้อสอบ 11 – 64 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.81 แต่ถ้าใช้แบบสอบจำนวน 60 ข้อ จะมีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.51 – 0.91 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ แต่แบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดในระดับวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการแก้ปัญหา และในการประเมิน ส่วนสำคัญในการประเมินอีกประการหนึ่งก็คือผู้ตรวจให้คะแนน ผลการประเมินจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้น (R.L. Brennan, Gao, & Colton, 1995; Sudweed, Reeve, & Bradshaw, 2005; Swartz & et al., 1999) ดังนั้น ในการประเมินที่มีความสำคัญ หากมีผู้ประเมินเพียง 1 คน ผลการประเมินที่ได้ก็อาจมีความคลาดเคลื่อน และถ้าหากมีผู้ประเมิน 2 คน ก็จำเป็นต้องมีการจัดอบรมและทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ประเมินทั้ง 2 คน ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และเมื่อมีการเพิ่มผู้ประเมินมากขึ้น ผลการประเมินก็อาจจะเปลี่ยนไป แต่จำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสมยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด

จากความสำคัญของการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จะเห็นได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาข้างต้นพบว่า แบบสอบอัตนัย

ประยุกต์ยังมีปัญหาในเรื่องจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบและจำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสม อีกทั้งยังไม่พบว่ามีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างและจำนวนเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาจำนวนผู้ตรวจและจำนวนเหตุการณ์ที่เหมาะสม ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ และมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์การวัดในลักษณะต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง : G-Coefficient) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าในแต่ละจำนวนเหตุการณ์นั้นควรใช้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน ที่จะส่งผลทำให้แบบสอบมีความเที่ยงในระดับที่ต้องการและเป็นที่ยอมรับ และเพื่อให้ได้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนต่อไป

คำถามวิจัย

1. แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีลักษณะอย่างไร
2. แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน จะมีความเที่ยงของแบบสอบต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

สมมุติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อศึกษาเรื่องจำนวนเหตุการณ์ที่ใช้ พบว่า ส่วนใหญ่แบบสอบที่ใช้มีจำนวนเหตุการณ์มากเกินไป ส่งผลให้แบบสอบมีจำนวนข้อย่อยมากตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Feletti (1980) พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ สุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ และแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ดวงมณี หล้าคำดง (2544) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวม 50 ข้อ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวัด คือถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ ดังเช่น Feletti (1980) ได้ศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า ถ้านำแบบสอบจำนวนข้อสอบ 11 – 64 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.81 แต่ถ้าใช้แบบสอบจำนวน 60 ข้อ จะมีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.51 – 0.91 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ แต่แบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และในการประเมิน ส่วนสำคัญหนึ่งก็คือ ผู้ตรวจให้คะแนน ผลการประเมินจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ประเมิน จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้น (R.L. Brennan et al., 1995; Sudweed et al., 2005; Swartz & et al., 1999) ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดสมมุติฐานดังนี้ คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะมีความเที่ยงสูงขึ้นเมื่อมีจำนวนเหตุการณ์เพิ่มขึ้นและมีจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพราะเป็นโรงเรียนที่มีการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งสอดคล้องกับการใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในกระบวนการเรียนรู้
2. เนื้อหาวิชาที่ใช้ คือ วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบหมุน สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น

3. ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นออกแบบทดสอบสมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลและ ขั้นสรุปผล

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ใช้เหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาที่มีเนื้อหาตามที่ต้องการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และมีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อๆ ที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะๆ ผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาตามเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อๆที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะๆ แต่ละเหตุการณ์ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ ตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการทำแบบสอบผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงระดับความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นระบุปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาและสิ่งที่ต้องการจะศึกษาซึ่งเป็น

1. ขั้นระบุปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาและสิ่งที่ต้องการจะศึกษาซึ่งเป็นปัญหาที่ได้จากการสังเกต ความสงสัย และต้องการรู้คำตอบ โดยต้องอยู่ในรูปของคำถามและมีประเด็นสำคัญเพียงประเด็นเดียว

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ลวงหน้าซึ่งอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบกับความรู้เดิม กฎ ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องมาตั้งเป็นสมมติฐาน

3. ขั้นออกแบบการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง เป็นขั้นที่ใช้ความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐานเป็นการปฏิบัติการหาคำตอบอาจจะใช้วิธีการทดลองหรือ

การศึกษาค้นคว้าเริ่มจากการออกแบบการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า กำหนดและควบคุมตัวแปร ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ

4. ขั้นรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองแล้วมาเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตาราง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปในขั้นต่อไป

5. ขั้นสรุปผล หมายถึง การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยใช้ข้อมูลจากขั้นตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์ตีความเพื่อสรุปผล โดยผลที่สรุปได้นั้นนำไปสู่การสร้างกฎ ทฤษฎี หรืออาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาต่อไปก็ได้

จำนวนเหตุการณ์ หมายถึง จำนวนสถานการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวนข้อ หมายถึง จำนวนคำถามในแต่ละเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้ตรวจ หมายถึง ครูผู้ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปทางด้านการสอนฟิสิกส์ ซึ่งได้รับการอบรม ชี้แจงวิธีการตรวจและกฎเกณฑ์การให้คะแนนจนมีความเข้าใจตรงกัน

ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเที่ยงของคะแนนที่ได้จากแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยแสดงถึงระดับความแม่นยำและความเที่ยงของการสรุปอ้างอิงคะแนนที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเอกภพของผู้สอบ โดยประมาณค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G – Coefficient)

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หมายถึง ทฤษฎีสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดที่แสดงประสิทธิภาพการสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้สถานการณ์สอบหรือเงื่อนไขต่างๆ ของการวัด และสามารถจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนได้หลายแหล่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษา ฟาเซต คือ เหตุการณ์ ผู้ตรวจ และข้อคำถาม

องค์ประกอบเจาะจง (Fix facet) หมายถึงเงื่อนไขการวัดถูกเลือกมาอย่างเจาะจงจากองค์ประกอบที่ศึกษา ผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปอ้างอิงความเที่ยงของแบบสอบ ไปยังองค์ประกอบเฉพาะระดับของเงื่อนไขที่เลือกมาศึกษาเท่านั้น ในงานวิจัยนี้ องค์ประกอบเจาะจง คือ จำนวนข้อคำถาม

องค์ประกอบสุ่ม (Random facet) หมายถึง เงื่อนไขการวัดได้รับการสุ่มเพื่อเป็นตัวแทนองค์ประกอบที่ศึกษา ผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปอ้างอิงความความเที่ยงของแบบสอบ ไปยังระดับต่างๆขององค์ประกอบที่ศึกษาได้ ในงานวิจัยนี้ องค์ประกอบสุ่ม คือ จำนวนเหตุการณ์ และ จำนวนข้อคำถาม

การศึกษา G (G – Study) หมายถึง การสรุปอ้างอิงผลจากการศึกษาตัวอย่างการวัดตามเงื่อนไขที่สนใจ บรรยายความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งความคลาดเคลื่อนต่างๆ เพื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของการวัด

การศึกษา D (D – Study) หมายถึง การใช้ข้อมูลจากการศึกษา G ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เฉพาะของการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ ของการวัด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ
2. ได้จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน และจำนวนเหตุการณ์ ที่เหมาะกับการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์มีความเที่ยงในระดับที่ยอมรับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีจำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด รายละเอียดของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์

1.1 แบบสอบอัตนัยประยุกต์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หรือ แบบสอบเอ็มอีคิว (Modified Essay Question test : MEQ) เป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นโดย Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ในปี ค.ศ.1965 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving skill) ของแพทย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีแล้วต้องการสอบเข้าเป็นสมาชิกของสมาคม ซึ่งแบบสอบอัตนัยประยุกต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้แทนแบบสอบดั้งเดิมที่มีลักษณะเป็นแบบสอบความเรียงที่มีค่าความเที่ยงต่ำและแบบสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความตรงต่ำ นอกจากนั้นแบบสอบดั้งเดิมที่ใช้พบว่าส่วนใหญ่เป็นการวัดเพียงความรู้ความจำ

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Hodgkin และ Knox พัฒนาขึ้นมีลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิดโดยเหตุการณ์ทางการแพทย์ และเสนอตามลำดับเหตุการณ์ทีละขั้นตอน ไม่เสนอต่อเนื่องกันเหมือนแบบสอบความเรียง ผู้ตอบต้องอาศัยข้อมูลจากเหตุการณ์นั้นมาหาคำตอบ แต่ต่อมา Feletti แห่งมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล ได้นำแบบสอบนี้มาปรับปรุงวิธีการใช้ โดยมีการกำหนดเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อ โดยผู้สอบต้องปรับเวลาที่ใช้ในการสอบให้เหมาะสม และต้องทำทุกข้อให้เสร็จภายในเวลารวมที่กำหนด นอกจากนั้น Feletti ยังมีการสร้างคำตอบเพื่อใช้ในการให้คะแนน และกำหนดคะแนนผ่านหรือระดับความสามารถขั้นต่ำที่ผ่านด้วย (Feletti, 1980; กนกวรรณ ศรีรักษา; สุไรยา หมันหมัด, 2549)

1.2 ลักษณะแบบสอบอัตนัยประยุกต์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่พัฒนามาจากแบบสอบความเรียงหรือแบบสอบอัตนัยที่สามารถใช้ทดสอบกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ได้รับการพัฒนาโดย Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ไว้ดังนี้ คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (Case study) มีการบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่นำเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูล ซึ่งกรณีศึกษาแต่ละกรณีและข้อคำถามเป็นอิสระจากกัน ผู้เข้าสอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม จึงทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ โดยแบบสอบสถานการณ์นั้นผู้สอบสามารถคิดในกรอบที่กว้างกว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (พวงแก้ว ปุญยกนก, 2531) และไม่มีการอนุญาตให้เปิดย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อที่ทำไปแล้วหรือกลับไปดูข้อมูลที่ผ่านมาได้

ต่อมา Feletti ได้นำแบบสอบของ Hodgkin และ Knox ไปปรับปรุงเพื่อทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางการแพทย์และการจัดการกับผู้ป่วย โดยแบบสอบมีลักษณะเป็นแบบสอบปลายเปิด ซึ่งผู้เข้าสอบต้องจัดสรรเวลาในการทดสอบเองและทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด และแบบสอบหนึ่งฉบับควรมีจำนวนข้อตั้งแต่ 5-35 ข้อ (Feletti, 1980)

นอกจากนั้น พวงทิพย์ โพธิ์วอ (2535) ได้กล่าวถึงแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบที่มีลักษณะเป็นชุดคำถาม โดยแยกชุดคำถามเป็นข้อคำถามละ 1 หน้า โดยแต่ละหน้าจะมีลักษณะดังนี้ คือ ส่วนบนของข้อคำถามจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเกี่ยวกับคนไข้ ถัดลงมา เป็นข้อคำถามและเว้นว่างให้เขียนคำตอบ สำหรับส่วนล่างสุดจะเป็นจำนวนเวลาที่กำหนดให้ทำแต่ละข้อซึ่งลักษณะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์นั้นสอดคล้องกับรูปแบบของ ธัชกร สุวรรณจรัส (2540) แต่ส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมาคือส่วนสุดท้าย จะเป็นการเตือนในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ สอดคล้องกับมาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) รัตนาภรณ์ วงค์ศรีอ่อน (2548) สุไรยา หมันหมัด (2549) และ อำมาลา สารชาติ (2548) ที่อธิบายแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบกรณีศึกษา เป็นคำถามปลายเปิด และมีลักษณะเป็นการเสนอเหตุการณ์ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงและมีการแทรกคำถามเป็นระยะๆ โดยแต่ละคำถามจะแบ่งออกเป็นส่วนคือ ส่วนที่แสดงเวลาที่ใช้ ข้อความหรือสถานการณ์ ข้อคำถาม และที่ว่างเป็นส่วนให้แสดงคำตอบ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนจะถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.3 หลักการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การสร้างและพัฒนาแบบสอบถือเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการวัดและประเมินความรู้ความสามารถของบุคคล ซึ่งถ้าหากแบบสอบที่สร้างและพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพก็จะส่งผลที่น่าเชื่อถือสำหรับการนำข้อมูลไปตัดสินใจเกี่ยวกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลนั้น สำหรับการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์จะมีลักษณะที่เฉพาะมากกว่าการสร้างแบบสอบความเรียงโดยทั่วไป ดังเช่น Knox (1980) อ้างถึงใน สุไรยา หมันหมัด (2549) ที่ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ไว้ว่าเป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (Case study) มีบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่นำเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูลซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับคำถามหรือบางส่วนก็อาจไม่เกี่ยวข้อง ผู้สอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ ในขณะที่ไตรรงค์ เจนการ (2530) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเขียนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ว่าเป็นแบบสอบที่มีความต่อเนื่องของเหตุการณ์และมีการแทรกข้อคำถามเป็นระยะ สำหรับขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์โดยภาพรวม มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเหมือนกับแบบสอบโดยทั่วไป แตกต่างกันที่รายละเอียดบางขั้นตอน ซึ่งจากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ของ ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544), สุไรยา หมันหมัด (2549) และ สุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พบว่ามีขั้นตอนที่สอดคล้องกันดังนี้ คือ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 3) กำหนดขอบเขตของเนื้อหา 4) เขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 5) ตรวจสอบความตรงของแบบสอบและการให้คะแนน 6) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 1 7) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุง 8) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2 9) คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์และปรับปรุงแบบสอบ 10) หาคุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง และความตรง 11) สร้างเกณฑ์ปกติ และ 12) สร้างคู่มือการใช้แบบสอบและจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มแบบสอบ

นอกจากนี้ พวงแก้ว ปุญยกนก (2531) ยังเสนอขั้นตอนที่สำคัญเพิ่มเติมคือ การสร้างโมเดลคำตอบ ดำเนินการโดยนำแบบสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและให้ทดลองทำข้อสอบเพื่อนำคำตอบมาสร้างเป็นโมเดลคำตอบทั้งหมด โดยจะเลือกคำตอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นตรงกันเกินครึ่งหนึ่งมาเป็นคำตอบที่ให้คะแดนน ส่วนคำตอบที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไม่ตรงกันก็จะนำมาอภิปรายเพื่อแก้ไขปรับปรุงหรือตัดทิ้งไป และเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการทำข้อสอบแต่ละข้อ

ดังนั้น การสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์จึงเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือหากสร้างด้วยกระบวนการที่ถูกต้อง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ 1) กำหนดจุดมุ่งหมาย 2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3) กำหนดขอบเขตของแบบสอบ 4) สร้างสถานการณ์และข้อคำถาม 5) ตรวจสอบความตรง 6) สร้างโมเดลคำตอบ 7) ทดลองใช้ 8) ปรับปรุงแก้ไข 9) ทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง 10) วิเคราะห์ข้อสอบ 11) ทดสอบคุณภาพ 12) สร้างเกณฑ์ และ 13) สร้างคู่มือการใช้และจัดทำรูปเล่ม

1.4 คุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การพัฒนาแบบสอบให้มีประสิทธิภาพนั้น คุณภาพของแบบสอบเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่ผู้พัฒนาแบบสอบต้องให้ความสำคัญ เพราะผลการวัดจะถูกใช้ในการสรุปอ้างอิงถึงความสามารถของนักเรียน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบก่อนนำไปใช้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ดังนี้

1.4.1 การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ

แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่มีข้อคำถามเป็นสถานการณ์หลายสถานการณ์ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อจึงมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นตัวกำหนดคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความยากง่ายเหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียนหรือไม่ และมีความสามารถในการจำแนกผู้สอบและวัดคุณภาพของผู้สอบในระดับใด โดยมาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) ลักษมี จันทราช (2544) สมคิด เทียรพิสุทธิ์ (2550) สายหมอก ขุนศักดา (2543) และ อำมาลา สารชาติ (2548) ใช้การตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อแบบอัตนัยที่ใช้การคำนวณโดยสูตรของ Whitney และ Sabers และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-index

1.4.2 การตรวจสอบความตรงของแบบสอบ

แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่ต้องคำนึงถึงผลการเรียนรู้หรือจุดประสงค์ในการวัดความสามารถของนักเรียนเพื่อพัฒนาแบบสอบให้มีคุณภาพในการวัดความสามารถได้ตรงกับเป้าหมาย ความต้องการของผู้สร้างแบบสอบ และวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นผู้สร้างแบบสอบต้องมีการตรวจสอบความตรง (validity) ของแบบสอบรูปแบบต่างๆ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของการวัดและประเมินผล (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2557) เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้แบบสอบที่พัฒนาขึ้น โดย มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) ลักษมี จันทราช (2544) สมคิด เทียรพิสุทธิ์ (2550) สายหมอก ขุนศักดา (2543) และอำมาลา สารชาติ (2548) ได้ใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา IOC (Index of item Objective Congruence) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ลงความเห็นว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์อยู่ในระดับใด

1.4.3 การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ

การนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ไปใช้ในการวัดความสามารถการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ควรมีการตรวจสอบความคงเส้นคงวาในการวัด เพื่อให้ทราบผลการวัดที่คงที่แน่นอน สร้างความน่าเชื่อถือและคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับที่จะนำไปใช้ หนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับคือความเที่ยง ซึ่งความเที่ยงของแบบสอบมีหลากรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแบบสอบและจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน ส่วนใหญ่แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่ใช้ผู้ตรวจตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเพื่อตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนหรือใช้วิธีการหาความเที่ยงโดยโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่ง รัตนาภรณ์ วงค์ศรีอ่อน (2548) และ สายหมอก ขุนศักดา (2543) ตรวจสอบความเที่ยงแบบสอบด้วยสูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน KR – 20 ส่วน Feletti (1980) ปิยะรัตน์ ประมวลทรัพย์ (2546) และ ลักษมี จันทราช (2544) ใช้การตรวจสอบความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach’ Alpha Coefficient) มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) วิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง G-Coefficient ซึ่งออกแบบการวัดแบบไขว้ 1 องค์ประกอบ (p x i) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG ตรวจสอบความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ (inter rater reliability) และจากผู้ตรวจคนเดียว (intra raer reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ปิยะรัตน์ ประมวลทรัพย์ (2546) และ อำมาลา สารชาติ (2548) ยังเพิ่มเติมในส่วนของการตรวจสอบความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson เช่นกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์มีการตรวจสอบคุณภาพใน 3 ประเด็นสำคัญคือ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อหรือรายเหตุการณ์ การตรวจสอบความตรงของแบบสอบ และการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ โดยการตรวจสอบคุณภาพรายเหตุการณ์ใช้การหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเป็นวิธีการที่สามารถทำได้ง่ายและมีคุณภาพ การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ใช้การหาความเที่ยงของแบบสอบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ส่วนความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนใช้การหาความเที่ยงในการให้คะแนนของผู้ตรวจคนเดียว (Intra rater reliability) และความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ 2 คน (Inter rater reliability)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ เนื่องจากเป็นการทำให้ผู้สร้างทราบคุณภาพของเครื่องมือเพื่อที่จะนำไปวัดผู้สอบและทำให้ได้ผลการวัดหรือผลการประเมินที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถสรุปอ้างอิงถึงความสามารถของผู้สอบได้อย่างแท้จริง อีกทั้งยังสามารถนำแบบสอบไปใช้ได้อย่างแพร่หลายกับผู้สอบทุกกลุ่ม

1.5 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ตามที่ Knox พัฒนาขึ้นเป็นการรวบรวมคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุดจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 – 12 คน ที่ตอบข้อคำถามนั้นๆ และมีการตรวจให้คะแนนเป็น 0,1,2,3.... และถ้าการตอบมีการสร้างความเสียหายต่อวิชาชีพ คะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนที่มีลักษณะติดลบ ซึ่งภายหลัง Knox พบว่าการให้คะแนนแบบติดลบไม่มีประโยชน์ เนื่องจากสามารถชดเชยการตอบที่ต้องให้คะแนนติดลบได้โดยให้คะแนนคำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดมากๆ (Knox, 1980 อ้างถึงใน สุไรยา หมันหมัด, 2549) ในขณะที่ Feletti ได้กล่าวถึงวิธีการตรวจให้คะแนน โดยเริ่มต้นจากการสร้างคำตอบเพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน ซึ่งมาจากการรวบรวมคำตอบทั้งหมดจากผู้เชี่ยวชาญและกำหนดคะแนนให้ผ่านหรือระดับความสามารถขั้นต่ำที่ผ่านได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าโมเดลคำตอบข้อนั้นมีอยู่ 16 ข้อ ผู้ตอบสามารถตอบได้ 6 ข้อ จะถือว่าผ่านเกณฑ์และได้ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบได้ไม่ถึง 6 ข้อ ก็จะถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำจะได้ 0 คะแนน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจให้คะแนนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่าส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้การตรวจให้คะแนนตามแบบวิธีการตรวจให้คะแนน Knox ดังเช่นงานวิจัยของ ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544) ที่พัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox นอกจากนั้นยังพบว่ามีการศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีการตรวจให้คะแนนต่างกัน ดังเช่นงานวิจัยของ กนกวรรณ เอี่ยมชัย (2539) ที่ศึกษาค่าความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาลที่มีวิธีการตรวจและผู้ตรวจต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าแบบสอบที่มีการตรวจให้คะแนนตามแบบวิธีการตรวจให้คะแนนของ Knox มีความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti เนื่องจากวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox เป็นวิธีการตรวจให้คะแนนหลายระดับ จึงมีความละเอียดในการให้คะแนนมากกว่า แต่การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนค่อนข้างยาก (Knox, 1980 อ้างถึงใน สุพัฒตา ภูสอดสี, 2553) สำหรับวิธีการตรวจให้คะแนนของ Feletti มีความเป็นปรนัยในการตรวจมากกว่า ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อยกว่า เนื่องจากเป็นวิธีการตรวจให้คะแนนแบบ 0 – 1 คะแนน

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่นิยมนำมาใช้สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าแบบสอบชนิดเลือกตอบและชนิดอื่นๆ เพราะมีค่าความเที่ยง ความตรงและค่าอำนาจจำแนกสูง ในขณะเดียวกันผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ จะมีค่าสูงกว่าการวิเคราะห์คุณภาพจากแบบสอบแต่ละเหตุการณ์ เนื่องจากความยาวของแบบสอบจะส่งผลต่อความเที่ยง คือ ถ้าแบบสอบมีความยาวมากจะมีผลทำให้ความเที่ยงสูง เพราะความคลาดเคลื่อนของแบบสอบจะต่ำลง ในขณะเดียวกัน ถ้าแบบสอบมีจำนวนข้อมากเกินไป จะส่งผลทำให้นักเรียนมีความเมื่อยล้าในการทำ

ข้อสอบ เพราะแบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบแบบเขียนตอบ ทำให้ผลที่ได้จากการวัดไม่ใช่ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แท้จริง อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นผลการศึกษายังพบว่าการจัดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่งผลให้แบบสอบมีความตรงตามสภาพต่ำ รวมถึงคะแนนสอบด้วย เนื่องจากผู้สอบมีความประหม่าในการทำข้อสอบ ทำให้ทำข้อสอบไม่ทันเวลา ประกอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มีจำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการจัดสอบเพียงครั้งเดียว ทำให้คะแนนที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงและจากการศึกษาเรื่องวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์พบว่ามี 2 วิธีคือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox และวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti ซึ่งทั้งสองวิธีต่างมีข้อดีและข้อบกพร่องแตกต่างกัน โดยวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox จะเป็นที่นิยมมากกว่าเนื่องจากเป็นวิธีการตรวจให้คะแนนหลายระดับ จึงมีความละเอียดในการให้คะแนนมากกว่า ส่งผลให้ค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบของ Feletti

1.6 จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Feletti (1980) พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ สุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ กติกร กมลรัตนะสมบัติ (2558) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 4 ข้อ รวม 12 ข้อและแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ดวงมณี หล้าคำดง (2544) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 50 ข้อ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวัด คือ ถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ ดังเช่น Feletti (1980) ได้ศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์พบว่า ถ้านำแบบสอบจำนวนข้อสอบ 11 – 64 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.81 แต่ถ้าใช้แบบสอบจำนวน 60 ข้อ จะมีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.51 – 0.91 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ แต่แบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดในระดับวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการแก้ปัญหา และในการประเมิน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีนักการศึกษาหลายท่านได้ใช้จำนวนเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์ออกมา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัย	จุดประสงค์	จำนวนเหตุการณ์	จำนวนข้อ
Feletti (1980)	เพื่อทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางการแพทย์และการจัดการกับผู้ป่วย	-	60
ดวงมณี หล้าคำดง (2544)	เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	10	50 (เหตุการณ์ละ 5 ข้อ)
สุพัฒตา ภูสอดสี (2553)	เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	8	40 (เหตุการณ์ละ 5 ข้อ)
มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557)	เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	5	20 (เหตุการณ์ละ 4 ข้อ)
กติกร กมลรัตนะสมบัติ (2558)	เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3	12 (เหตุการณ์ละ 4 ข้อ)
ดวงมณี หล้าคำดง (2544)	เพื่อทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางการแพทย์และการจัดการกับผู้ป่วย	-	60

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าจำนวนเหตุการณ์ที่นิยมใช้ในการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์คือ 3 , 5 , 8 , 10 และ 12 เหตุการณ์

1.7 จำนวนผู้ตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ กติกร กมลรัตนะสมบัติ (2558) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน และจากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้น (R.L. Brennan et al., 1995; Sudweed et al., 2005; Swartz & et al., 1999) ดังนั้น ในการประเมินที่

มีความสำคัญ หากมีผู้ประเมินเพียง 1 คน ผลการประเมินที่ได้ก็อาจมีความคลาดเคลื่อน และถ้าหากมีผู้ประเมิน 2 คน ก็จำเป็นต้องมีการจัดอบรมและทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ประเมินทั้ง 2 คน ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน

ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาข้อค้นพบใหม่ๆที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในหมู่นักวิทยาศาสตร์เองและการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นวิธีสืบเสาะหาความรู้หรือรูปแบบในการแก้ปัญหาของนักวิทยาศาสตร์อย่างมีขั้นตอน ซึ่งเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์จะมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่คล้ายกัน คือ มีการเริ่มต้นที่จุดๆหนึ่งและดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปจนครบวงจร

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้หรือข้อค้นพบใหม่ๆ

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ ทั้งความรู้ที่มีอยู่เดิมและการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนสามารถนำวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนกิจกรรมนำไปสู้แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนได้มีความเข้าใจพัฒนาการด้านสติปัญญาและการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว ซึ่งการให้หลักการแสวงหาความรู้นี้จะสอดคล้องกับความพร้อมของนักเรียน จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ของนักเรียนอย่างเป็นขั้นตอนและความสามารถนำไปใช้ในขั้นการเรียนรู้ที่ซับซ้อนได้

Raj (1996) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิธีการในการแสวงหาความรู้ ที่เริ่มจากการสังเกตสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วนำมาตั้งสมมติฐานจากสิ่งที่สังเกตได้ และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง

Carn and Sund, 1980: 9 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการดำเนินการของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหารวมทั้งค้นคว้าหาความรู้

Bassham (2002) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

สรุปได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) หมายถึงกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา อย่างมีระบบและขั้นตอน โดยเริ่มจากการสังเกตสิ่งต่างๆแล้วรวบรวมเป็นข้อมูลมาระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ดังนั้นการใช้วิธีการทางวิทยาศาตร์ หมายถึง การนำกระบวนการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นสรุปผล มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ใหม่หรือแก้ปัญหาที่สงสัย

2.2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีระบบ และขั้นตอนที่ชัดเจน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนในการใช้วิธีการทางยวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันดังต่อไปนี้

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กำหนดว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างสมมติฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็น กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการที่นำมาใช้นั้นอาจจะแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่ทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” มี 4 ขั้นตอน คือ 1 ขั้นระบุปัญหา 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน 3 ขั้นรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต และ/หรือการทดลอง 4 ขั้นสรุปผลการสังเกตและ/หรือการทดลอง

ชุติมา วัฒนะคีรี (2541) ได้กำหนดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1 ตั้งปัญหา 2 ตั้งสมมติฐาน 3 รวบรวมข้อมูล 4 ลงข้อสรุป

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้กำหนดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา (Identify problem) ปัญหาคือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ เกิดจากการสังเกตสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆตัว ที่ไม่สามารถอธิบายได้ จะทำให้กลายเป็นความอยากรู้อยากเห็นและเกิดเป็นปัญหาที่ต้องแสวงหาคำตอบขึ้นมา
2. ตั้งสมมติฐาน (State Hypothesis) สมมติฐานคือคำตอบของปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้หรือเป็นไปไม่ได้ก็ได้ ก่อนจะตั้งสมมติฐานต้องสังเกตสิ่งต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาก่อนแล้วค่อยกำหนดแนวทางของคำตอบ

3. ออกแบบการทดสอบสมมติฐาน (Test Hypothesis) เป็นการกระทำเพื่อให้ได้ข้อมูลมา การออกแบบการทดสอบสมมติฐานทำได้โดยทำการทดลอง ซึ่งในการทำการทดลองนั้นจะต้องมีการออกแบบการทดลอง กำหนดและควบคุมตัวแปร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ
4. การรวบรวมข้อมูล (Collect data) การรวบรวมข้อมูลอาจเขียนในรูปองการอธิบาย การวาดรูป การบันทึกข้อมูลลงในตาราง เป็นต้น
5. สรุปผล (Conclusion) เมื่อได้ข้อมูลแล้ว จะต้องนำข้อมูลมาศึกษาและแปลความหมายเพื่อสรุปว่าข้อมูลเป็นไปตามสมมตจิฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

Carey (2004) ได้กล่าวว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาข้อค้นพบต่างๆประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) ก่อนที่จะมีการอธิบายถึงสิ่งต่างๆนั้น ต้องมีการสังเกตให้มั่นใจก่อนถึงความเป็นจริงในแต่ละสิ่งหรือปรากฏการณ์ สิ่งที่ได้จากการสังเกตจะช่วยในการกำหนดคำถามหรือปัญหาที่ต้องการคำตอบ
2. กำหนดคำอธิบาย (Proposing Explanatios) ใช้เพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ หรืออธิบายปัจจัยที่อยู่เกี่ยวข้องกับปัญหาในขั้นต้นโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาช่วยในการอธิบาย
3. การทดสอบคำอธิบาย (Testing Explanatios) คำอธิบายที่เรากำหนดขึ้นนั้นอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็เป็นไปได้ จึงต้องมีการตรวงสอบคำอธิบายขึ้นโดยเริ่มจากความสัมพันธ์ของคำอธิบายกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง หรือใช้การทดลองเพื่อใช้ข้อสรุปจากการทดลองในการทดสอบคำอธิบาย

Carin and Sund (1980) อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นการดำเนินการของนักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหา รวมทั้งค้นคว้าหาความรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1 ระบุปัญหา 2 ตั้งสมมติฐาน 3 ทำการทดลอง 4 สังเกตขณะทดลอง 5. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 6 ตรวจสอบข้อมูล 7 สรุปผลการทดลอง

การดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะได้ผลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนแนวทางในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

Karsai and Kampis (2010) ได้ระบุถึงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นระบุปัญหา (Define the question) 2. ขั้นออกแบบการทดลอง (Experimental design) 3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection and processing) 4. ขั้นประเมินข้อสรุป (Evaluation of the result) และ 5. ขั้นวางแผนสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป (Planning for the next step of investigation)

Harreid (2010) ได้ระบุถึงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นระบุปัญหา (ask a question) 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน (formulated a hypothesis) 3. ขั้นปฏิบัติการทดลอง (perform experiment) 4. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล (collect data) และ 5. ขั้นสรุปผล (draw conclusion)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีนักการศึกษาหลายท่านได้แสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์ออกมา แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการ / ขั้นตอน	สุวัฒน์ นิยมค้า (2531)	ภพ เลาหไพบูลย์ (2537)	ชุติมา วัฒนะศิริ (2541)	ยุพา วีระไวทยะ และ คณะ (2544)	อัจฉรา (2555)	Maccraken (1967)	Carey (2004)	Carin and Sund (1980)	Karsai and Kampis (2010)	Herreid (2010)	รวม
การสังเกต							✓				1
ระบุปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	10
ตั้งสมมติฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	10
ทดสอบสมมติฐาน/ทำการทดลอง		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	7
เก็บรวบรวมข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	10
วิเคราะห์ข้อมูล											1
ตรวจสอบข้อมูล								✓			1
สรุปผล/ลงข้อสรุป	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	10
วางแผนในครั้งต่อไป									✓		1

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่และแก้ปัญหาต่างๆ อาจจะมีความ

แตกต่างกันออกไปบ้าง โดยในแต่ละขั้นตอนอาจใช้คำเรียกที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในขั้นออกแบบการทดสอบสมมติฐาน แต่เมื่อวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักวิชาการทั้ง 10 ท่าน โดยคัดเลือกขั้นตอนที่มีนักวิชาการเสนอไว้ตรงกันไม่ต่ำกว่า 6 ท่านแล้วสรุปว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การออกแบบการทดสอบสมมติฐาน 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล 5) การสรุปผล โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้รายละเอียดของขั้นระบุปัญหาไว้ดังนี้

Maccraken (1967) อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้ให้รายละเอียดของการระบุปัญหาไว้ว่าเป็นปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้นตั้งจากภายหลังที่ได้พบปรากฏการณ์แล้ว ต้องระบุลงไปให้ชัดเจนไม่กำกวม โดยทั่วไปจะตั้งอยู่ในรูปของคำถาม เมื่อตั้งคำถามแล้วควรกำหนดได้ว่าขอบเขตแค่ไหนอะไรเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษา อะไรเป็นข้อจำกัดต้องระบุให้ชัดเจน

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้ให้รายละเอียดของขั้นระบุปัญหาไว้ว่าเป็นการระบุปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา ปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้นตั้งจากภายหลังที่ได้พบปรากฏการร์แล้ว ต้องระบุลงไปให้ชัดเจนไม่กำกวม โดยทั่วไปจะตั้งอยู่ในรูปของคำถาม

พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร (2546) ได้กล่าวว่าการระบุปัญหาเป็นการกำหนดสิ่งที่เกิดจากความสงสัย ต้องการหาคำตอบ หรือหาแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับข้อสงสัยนั้น

อัจฉรา คำลือเกียรติ (2552) ได้กล่าวว่าการระบุปัญหาเป็นการกำหนดปัญหาจากการสังเกตของคนช่างสังเกต ช่างคิด และใจกว้าง

สรุปได้ว่า ขั้นระบุปัญหาหมายถึง การกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหา และสิ่งที่ต้องการจะศึกษาซึ่งเป็นปัญหาที่ได้จากการสังเกต ความสงสัย และต้องการรู้คำตอบ โดยต้องอยู่ในรูปของคำถามและมีประเด็นสำคัญเพียงประเด็นเดียว

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการหาแนวคำตอบหรือสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้สำหรับคำตอบของปัญหา มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้รายละเอียดของขั้นตั้งสมมติฐาน ไว้ดังนี้

Dewey (1909) อ้างถึงใน พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร (2546) ได้กล่าวไว้ว่า สมมติฐานคือการเดาหรือการทำนายด้วยประสบการณ์เดิม และเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างข้อเท็จจริงต่าง และสามารถนำไปสู่การอธิบายหรือเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาได้

Skinner (1968) อ้างถึงใน พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร (2546) ได้กล่าวไว้ว่า สมมติฐานหมายถึงการตั้งทางเลือกในการแก้ปัญหาไว้หลายๆทาง ซึ่งทางเลือกต่างๆนั้นอาจถูกต้องหรือผิดก้ได้ ส่วนใหญ่

จะขึ้นอยู่กับผู้แกปัญหาว่าจะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้มากับปัญหาที่ต้องการแก้หรือไม่ การตั้งสมมติฐานที่ดีนั้นควรมีความเชื่อมโยงระหว่างหลักการกับแนวคิดใหม่ๆหรือความคิดสร้างสรรค์

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวว่า ขั้นสร้างสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือเป็นการคาดคะแนคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ สำหรับปัญหาหนึ่งๆสามารถสร้างสมมติฐานได้หลายอัน แต่อันที่ถูกต้องมีเพียงอันเดียว ซึ่งจะทราบว่าอันไหนถูกหรือผิดจะต้องมีการทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลองหรือสำรวจหลักฐานก่อนจึงจะตัดสินได้

Maccraken (1967) อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวไว้ว่าการตั้งสมมติฐานเป็นการคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหาหรือคำตอบที่คาดหวังว่าจะเป็นอย่างไร สำหรับปัญหาหนึ่งๆ สามารถสร้างสมมติฐานได้หลายข้อ แต่อันที่ถูกต้องมีเพียงข้อเดียว ถ้ามีสมมติฐานหลายข้อควรเรียงข้อที่เป็นไปได้มากที่สุดไว้ในอันดับต้นๆ ถ้าผลการทดสอบไม่สนับสนุนก็เลือกสมมติฐานในข้อต่อไปแทน สมมติฐานสร้างจากสิ่งที่สังเกตได้ประกอบกับความรู้และประสบการณ์เดิม ร่วมกับความคิดสร้างสรรค์และการอุปมาน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้กล่าวไว้ว่าการตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายที่เป็นคำตอบล่วงหน้า สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ที่กำหนดขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ประกอบกับความรู้ ประสบการณ์ กฎ ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้อง แล้วนำไปทดสอบสมมติฐานต่อไป

สรุปได้ว่า ขั้นการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบกับความรู้เดิม กฎ ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องมาตั้งเป็นสมมติฐาน

3. ขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน เป็นขั้นตอนที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการตรวจสอบหรือศึกษาในประเด็นปัญหาที่มีข้อสงสัยเพื่อที่จะนำข้อมูลมาใช้ในการยืนยันหรือปฏิเสธ สมมติฐาน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้า โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้รายละเอียดของขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐานไว้ ดังนี้

ธีรชัย ปูรณโชติ และคณะ (2536) ได้กล่าวไว้ว่าขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน เป็นการกระทำเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยอาศัยการทดลองหรือการสังเกตเป็นส่วนใหญ่ ในบางกรณีอาตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ก็ได้

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้กล่าวไว้ว่าขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน เป็นการกระทำเพื่อให้ได้ข้อมูลมา การออกแบบการทดสอบสมมติฐานทำได้โดยทำการ

ทดลอง ซึ่งในการทำการทดลองนั้นจะต้องมีการออกแบบการทดลอง กำหนดและควบคุมตัวแปร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้กล่าวไว้ว่าการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน เป็นความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยปฏิบัติการหาคำตอบ ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบการทดลอง ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรร์ในการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลมายืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้

Carey (2004) ได้กล่าวไว้ว่า ขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน เป็นการตรวจสอบคำอธิบายที่เรากำหนดขึ้นนั้นอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็เป็นไปได้ จึงต้องมีการตรวจสอบคำอธิบายขึ้นโดยเริ่มจากความสัมพันธ์ของคำอธิบายกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง หรือใช้การทดลองเพื่อใช้ข้อสรุปจากการทดลองในการทดสอบคำอธิบาย

สรุปได้ว่าขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง เป็นขั้นที่ใช้ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานเป็นการปฏิบัติการหาคำตอบอาจจะใช้วิธีการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้า เริ่มจากการออกแบบการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า กำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจน การใช้วัสดุอุปกรร์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ

4. ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน/การทดลองมาใช้ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นรวบรวมข้อมูล ดังนี้

Dewey (1909) อ้างถึงใน พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร (2546) ได้กล่าวถึงขั้นรวบรวมข้อมูลไว้ว่าเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานแล้วนำมาวิเคราะห์แยกแยะข้อเท็จจริงนั้นให้ย่อยลงไปเป็นข้อเท็จจริงที่เล็กลง

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวถึงขั้นรวบรวมข้อมูลไว้ว่าเป็นการรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการทดลองหรือการสำรวจหาข้อเท็จจริงจากแหล่งภายนอก การซักถามจากผู้รู้ การสังเกตปรากฏการณ์ การอ่านจากเอกสารแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปแปลผลและลงข้อสรุปว่ายอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานในขั้นต่อไป

วันทนา ทวีคุณธรรม (2542) ได้กล่าวถึงขั้นรวบรวมข้อมูลไว้ว่าเป็นการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคำตอบที่คาดหวังไว้ว่าถูกหรือผิด โดยมีหลักฐานยืนยัน

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้กล่าวถึงั้นรวบรวมข้อมูลไว้ว่าเป็นรวบรวมข้อมูลอาจเขียนในรูปของการอธิบาย การวาดรูปการบันทึกข้อมูลลงในตาราง เป็นต้น

สรุปได้ว่า ขั้นรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองแล้วมาเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตาราง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปในขั้นต่อไป

5. ขั้นลงสรุปผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการสรุปว่าจะยอมรับปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้ตามข้อมูลและหลักฐานที่มี มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นรวบรวมข้อมูล ดังนี้

Skinner (1968) อ้างถึงใน พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร (2546) ได้กล่าวถึงขั้นลงข้อสรุปไว้ว่า ผลจากการทดสอบสมมติฐานหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำไปสู่การสรุปความรู้ใหม่ และเมื่อพิจารณาทุกปัจจัยแล้ว สามารถได้ข้อสรุปของปัญหาได้

Maccraken (1967) อ้างอิงใน สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวถึงขั้นลงข้อสรุปไว้ว่าเมื่อหลักฐานหรือข้อมูลพร้อมแล้วก็นำมาตีวามหมาย พิจารณาถึงสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ก้จะนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ก็จะนำไปสู่การสร้างกฎหรือทฤษฎีใหม่ต่อไปได้

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวถึงขั้นลงข้อสรุปไว้ว่าเป็นขั้นที่นำหลักฐานหรือข้อมูลพร้อมแล้วก็นำมาตีความ เพื่อที่จะลงข้อสรุปต่อไป ซึ่งการลงข้อสรุปก็คือการยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน ถ้ายอมรับก็นำไปสู่การสร้างกฎ หรือทฤษฎีต่อไป บางครั้งอาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาต่อไปได้

วันทนา ทวีคุณธรรม (2542) ได้กล่าวถึงขั้นลงข้อสรุปไว้ว่าเป็นการสรุปว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธคำตอบที่คาดหวังไว้ตามหลักของเหตุผล

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้กล่าวถึงขั้นลงข้อสรุปไว้ว่าเป็นขั้นที่นำข้อมูลมาศึกษาและแปลความหมาย เพื่อสรุปว่าเป็นข้อมูลเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานใหม่ และทำการทดสอบสมมติฐาน โดยทำการทดลองใหม่

สรุปได้ว่าขั้นลงสรุป หมายถึง การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยใช้ข้อมูลจากขั้นตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์ตีความเพื่อสรุปผล โดยผลที่สรุปได้นั้นนำไปสู่การสร้างกฎ ทฤษฎี หรืออาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาต่อไปก็ได้

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด ที่แสดงประสิทธิภาพการสรุปอ้างอิงผลของการวัดที่ได้จากแบบสอบไปยังคะแนนเฉลี่ยที่ผู้สอบแต่ละคนควรได้รับ ภายใต้

สถานการณ์สอบหรือเงื่อนไขต่างๆของการวัด และยังสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น เพื่อนำไปพัฒนาความน่าเชื่อถือหรือความเที่ยงของผลการวัดตามระดับที่ต้องการ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ผู้วิจัยขอนำเสนอประเด็นตามลำดับต่อไปนี้ คือ ความเป็นมาของทฤษฎี แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง การออกแบบฟาเซต (R. L. Brennan, 1992, 2000; Webb, Shavelson, & Haertel, 2006; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555; สาวิตรี จุ้ยทอง, 2544)

3.1 ความเป็นมาของทฤษฎี

ในอดีตปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวัดทางจิตวิทยาและการศึกษา คือ การศึกษาความเที่ยงและวิธีการประเมินค่าความเที่ยงของแบบสอบ ซึ่งได้รับการแก้ไขปัญหานั้นโดยใช้หลักการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classisal Test Theory) คือคะแนนของการวัด (X) ได้มาจากคะแนนจริง (T) รวมกับคะแนนจากแหล่งความคลาดเคลื่อน (E) ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้ X = T + E โดยแหล่งความคลาดเคลื่อนถือเป็นการรวมทุกแหล่งความคลาดเคลื่อนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดมาจากแหล่งใดจึงมีนักทฤษฎีหลายคนพยายามศึกษาแหล่งความคลาดเคลื่อนและวิเคราะห์เพื่อจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด โดยการนำเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) มาใช้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่เป็นการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบ และในเวลาต่อมา (Cronbach และคณะ, 1963 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ได้มีการพัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory ขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งความคลาดเคลื่อนได้อย่างเป็นระบบภายใต้เงื่อนไขและสถานการร์ของการวัด ประโยชน์ที่ได้รับคือสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดได้ และยังสามารถประมาณค่าความเที่ยงหรือความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์ต่างๆที่ต้องการวัดได้

3.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) มีแนวคิดพื้นฐานมาจากข้อจำกัด 2 ประการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classisal Test Theory) คือ ประการที่ 1 เครื่องมือที่จะใช้ในการวัดจะต้องมีความเท่าเทียมกัน คือ มีเนื้อหาเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน มีความแปรปรวนเท่ากัน และมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกันเท่ากัน นั้นหมายถึงแบบสอบคู่ขนาน (Pararell from) ซึ่งในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถสร้างเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน อย่างสมบูรณ์ได้ ประการที่ 2 การประมาณค่าความเที่ยงมีความเชื่อว่า ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ (σ_x^2)

ประกอบด้วยความแปรปรวน 2 แหล่ง คือ ความแปรปรวนของคะแนนจริง (σ_T^2)ซึ่งเป็นความแตกต่างของบุคคลที่แท้จริง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน (σ_E^2) ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนรวมทุกแหล่งที่ไม่สามารถแยกได้ (single error source) นอกจากนั้นทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่ได้ให้ความสนใจในการพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและเงื่อนไขหรือสถานการร์ที่วัด ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อค่าความเที่ยงของการวัด ทำให้เกิดการพัฒนาเป็นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) ตามแนวความคิดของ Cronbach และคณะ (1963) อ้างถึงในศิริชัย กาญจนวาสี (2555) โดยให้มีลักษณะเป็นโมเดลการวัดและมีการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ของการวัดที่มีความชัดเจนมากขึ้น โดย G – Theory ได้ให้แนวคิดใหม่ที่แก้ขข้อจำกัดในการวัดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม คือ มีการแยกส่วนความคลาดเคลื่อนเป็นหลายแหล่ง (Multiple error source) ซึ่งประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic source) และความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random source)

$$\sigma^2_x = \sigma^2_T + \sigma^2_E$$

$$\sigma^2_S \qquad \sigma^2_e$$

Systematic Error variance — Random error variance

จากแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี G – Theory จะพบว่า การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ ทำให้ทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อการวัดที่ชัดเจนขึ้น และสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนนั้นได้ตรงประเด็นซึ่งส่งผลทำให้สัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสูงขึ้น และสามารถออกแบบการวัดให้มีระดับความน่าเชื่อถือตามระดับที่ต้องการเพื่อนำผลไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจในการวัดที่มีประสิทธิภาพ

3.3 แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการใช้เครื่องมือ ซึ่งความน่าเชื่อถือของผลการวัด หมายถึง ความถูกต้องของการสรุปอ้างอิงจากคะแนนที่สังเกตได้ไปยังคะแนนจริงของแต่ละคน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ยที่พึงได้ของผู้สอบแต่ละคน จากการสอบภายใต้

สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงทั้งหมด โดยความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามแนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1. คุณลักษณะที่ต้องการวัดของแต่ละคน เช่น ความรู้ ทัศนคติ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่นๆ และต้องเป็นสภาวะที่คงที่

2. ผู้สอบแต่ละคนที่ได้คะแนนแตกต่างกันจากการสอบในแต่ละถานการณ์ต้องเกิดจากความคลาดเคลื่อนอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยมีองค์ประกอบที่ไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่วัดได้คือ วุฒิภาวะ หรือการเรียนรู้

3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ต้องประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริง คือ ความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคล ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง

นอกจากนี้ ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) ยังสามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบจากแหล่งต่างๆที่เป็นสถานการณ์ของการวัดที่สามารถเกิดขึ้นได้จริง อาทิ จำนวนผู้ตรวจ ความยาวของแบบสอบ จำนวนครั้งในการตรวจ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและสถานการณ์หรือเงื่อนไขในการวัดต่างๆ จุดประสงค์เพื่อให้ได้แหล่งความแปรปรวนหลัก และควบคุมความแปรปรวนในการวัดครั้งต่อไปให้น้อยลง นอกจากนี้ผลที่ได้ยังสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการวัดได้อีกด้วย (Generalizability Coefficient) ซึ่งค่านี้เป็นค่าแสดงถึงระดับความน่าเชื่อถือได้ที่มีลักษณะคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Cofficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนั้นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงจึงสามารถใช้ในการประเมินความเที่ยงของเครื่องมือวัด และช่วยในเรื่องของการออกแบบการสอบเพื่อให้การวัดมีความเที่ยงตามระดับที่ต้องการ นอกจากนั้นยังสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 คำศัพท์เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

การที่จะใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างิงในการหาองค์ประกอบความแปรปรวน หรือ ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง จะต้องทำความเข้าใจคำศัพท์เฉพาะของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

1. ประชากร (Population) หมายถึง สิ่งที่มุ่งวัดหรือสิ่งที่ต้องการวัดทั้งหมด ซึ่งโดยทั่วไป ในสถานการณ์สอบสิ่งที่ต้องการวัดได้แก่บุคคลหรือผู้เข้าสอบ

2. เอกภพ (Universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดที่สนใจ เช่น จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น ซึ่งแตกต่างกับประชากรคือ เอกภพใช้กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการวัด แต่ประชากรใช้กับองค์ประกอบที่ถูกวัด

3. ฟาเซต (Facet) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัด หรือชุดเงื่อนไขของการวัดที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบสอบ จำนวนผู้ตรวจ เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบที่ศึกษาจะเป็นองค์ประกอบแบบสุ่มหรือเจาะจงก้ได้

4. เงื่อนไขของการวัด (Condition of measurement) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบที่ทำให้ได้ค่าสังเกตในการวัดครั้งหนึ่งๆ เช่น จำนวนผู้ตรวจอาจกำหนดเป็น 2 , 3, 4 คน

5. การศึกษา G (G – Study) และการศึกษา D (D – Study)

5.1 การศึกษา G (Generalizability study) คือ การสรุปอ้างอิงผลจากการศึกษาตัวอย่างของการวัดตามเงื่อนไขที่สนใจ และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่ง่างๆเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการวางแผนการตัดสินใจศึกษา D

5.2 การศึกษา D (Decision study) คือการใช้ข้อมูลจาก G – Study ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เฉพาะของการตัดสินใจ และการเลือกใช้แบบสอบตามสถานการณ์ต่างๆของการวัด

6. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

6.1 ความสัมพันธ์แบบไขว้ (Crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน สัญลักษณ์ที่ใช้คือ “X” อ่านว่า crossed with

6.2 ความสัมพันธ์แบบแฝง (Nested) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน สัญลักษณ์ที่ใช้คือ “:” อ่านว่า nested within

6.3 ความสัมพันธ์แบบผสม (Confoundded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแบบไขว้และแฝงผสมกัน

7. ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์และสัมพัทธ์

คะแนนจริงของผู้สอบ (True score : T_p) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CCT) คือค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบคู่ขนานซ้ำๆ ดังนั้นความแปรปรวนของคะแนนจริงจึงเป็นความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการค่าเฉลี่ยของการสอบซ้ำ และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนดังนี้

$$X_{Pi} = T_{Pi} + E_{Pi}$$

$$\sigma^2_{X_p} = \sigma^2_{T_p} + \sigma^2_{E_p}$$

สำหรับความคลาดเคลื่อนของการวัด (E_p) ของ G – Theory จะถูกแยกเป็นความคลาดเคลื่อนของฟาเซต หรือกลุ่มเงื่อนไขของการวัด (E_i) และความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆที่เหลือ (e_{Pi}) ส่วนความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ เป็นผลรวมจากความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ($\sigma^2\mu_p$ หรือ $\sigma^2{}_P$) และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนขององค์ประกอบต่างๆของการวัด ($\sigma^2{}_{E_i}$) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆ ($\sigma^2{}_{e_p}$) ดังนี้

$$X_{Pi} = T_{Pi} + e_{Pi}$$

$$\sigma^2{}_{x_p} = \sigma^2\mu_p + \sigma^2{}_{E_i} + \sigma^2{}_{e_p}$$

ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนความตลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของการวัด ($\sigma^2{}_{E_i}$) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute error variance ; $\sigma^2{}_{ABS}$ หรือ $\sigma^2{}_{\Delta}$) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ยกเว้น $\sigma^2\mu_p$
- ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative error variance ; $\sigma^2{}_{REL}$ หรือ $\sigma^2{}_{\delta}$) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพัทธ์กับผู้สอบ (P)

8. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient)

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient or ρ_p^2) คือ สัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ กับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสังเกต ดังนี้

$$\text{G-Coeffcient} = \frac{\rho_p{}^2}{\sigma^2{}_p + \text{Error Variance}}$$

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง มี 2 ประเภท คือ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (ρ^2_{ABS}) ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้จะบอกความเที่ยงของแบบสอบในสถานการร์ที่ขึ้นอยู่กับคะแนนของผู้สอบเท่านั้น ส่วนสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (ρ^2_{REL}) จะบอกความเที่ยงของแบบสอบ ในสถานการณ์ที่เปรียบเทียบกับคะแนนระหว่างผู้สอบ

3.5 การออกแบบฟาเซต

การออกแบบฟาเซต หมายถึง การออกแบบเงื่อนไขในสิ่งที่เราต้องการศึกษาซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดของการออกแบบฟาเซตไว้ดังนี้

1. การออกแบบการวัดแบบไขว้ (Crossed design)

1.1 การออกแบบการวัดแบบไขว้ กรณี 1 องค์ประกอบ (One – facet , I x p design) คือ คะแนนที่สังเกตได้ของบุคคลในข้อสอบข้อนั้นที่ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆดังนี้ (Shavelson & Webb, 1991)

$X_{Pi} = \mu$ (ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)

$+ \mu_P - \mu$ (อิทธิพลของบุคคล)

$+ \mu_i - \mu$ (อิทธิพลของข้อสอบ)

$+ X_{Pi} - \mu_P - \mu_i + \mu$ (ส่วนที่เหลือ หรือ e_{Pi})

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดจากประชากรในเอกภพ (Grand mean)

μ_P คือ คะแนนเอกภพของแต่ละคน

μ_i คือ คะแนนเฉลี่ยรายข้อ

จะพบว่า อิทธิพลอื่นที่ต่างไปจากค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Grand mean) มีการกระจายเกิดขึ้นแต่ค่าเฉลี่ยทั้งหมดมีค่าคงที่ จึงมีค่าความแปรปรวนเป็นศูนย์

การแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวน (σ^2) เรียกว่าองค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ประกอบด้วยส่วนแรกเป็นอิทธิพลของบุคคล ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนระหว่างบุคคลเป็นศูนย์ คือ

$$E_p(\mu_p - \mu) = E_p(\mu_p) - E_p(\mu) - E_p(\mu) = \mu - \mu = 0$$

ความแปรปรวนของอิทธิพลของบุคคล ใช้สัญลักษณ์เป็น σ^2_p เรียกว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคล หรือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ เขียนสมการได้เป็น

$$\sigma^2_p = E_p(\mu_p - \mu)^2$$

ค่าเฉลี่ยและองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบ จะมีค่าเฉลี่ยรายข้อเป็นศูนย์และองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบสอบ ใช้สัญลักษณ์ σ^2_i อิทธิพลส่วนสุดท้าย คือ ส่วนที่เหลือ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น $\sigma^2_{pi,e}$

จะได้ว่าความแปรปรวนของคะแนนสังเกต เป็นผลรวมของ 3 องค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้น ดังนี้

$$\sigma^2_{X_{pi}} = \sigma^2_p + \sigma^2_i + \sigma^2_{pi,e}$$

เมื่อ $\sigma^2_{X_{pi}}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต (X_{pi})

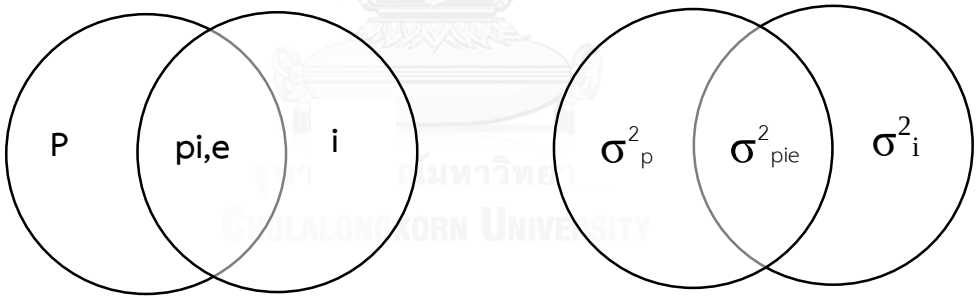
σ^2_p คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ (μ_p)

σ^2_i คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยรายข้อ (μ_i)

$\sigma^2_{pi,e}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน หรือ ส่วนที่เหลือ (e_{pi})

ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดที่มีหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ (One-facet crossed design) จึงขึ้นอยู่กับ 4 แหล่ง คือ 1) ความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือสิ่งที่วัด (Person effect) 2) ความแตกต่างระหว่างความยากของข้อสอบ (Item effect) 3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับข้อสอบ (p x I interaction) และ 4) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (Unsystematic of random error) แต่ความแปรปรวนจากแหล่งที่ 3 และที่ 4 ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เรียกว่าเป็นส่วนที่เหลือ (Residual) จึงเป็นแหล่งความแปรปรวนร่วมกัน ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับหนึ่งองค์ประกอบแบบไขว้ p x I (One facet, p x I design)



1.2 กรณีการวัดที่มีสององค์ประกอบแบบไขว้ (two – facet, p x r x o design) คะแนนสังเกตของบุคคลในข้อสอบข้อหนึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจากส่วนต่างๆ ดังนี้

$X_{pro} = \mu$ (ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยทั้งหมด)

$+ \mu_p - \mu$ (อิทธิพลของบุคคล)

$+ \mu_r - \mu$ (อิทธิพลของผู้ตรวจ)

$+ \mu_o - \mu$ (อิทธิพลของสถานการณ์)

$+ \mu_{pr} - \mu_p - \mu_r + \mu$ (ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับผู้ตรวจ)

$+ \mu_{po} - \mu_p - \mu_o + \mu$ (ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสถานการณ์)

$+ \mu_{ro} - \mu_r - \mu_o + \mu$ (ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับสถานการณ์)

$+ X_{pro} - \mu_{po} - \mu_{pr} - \mu_{ro} + \mu_p + \mu_r + \mu_o - \mu$ (อิทธิพลของส่วนที่เหลือ)

แต่ละองค์ประกอบยกเว้นค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Grand mean) นั้นมีการกระจาย นั่นคือ พฤติกรรมของผู้สอบเปลี่ยนไป ผู้ตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละการกระจายมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวน ความแปรปรวนทั้งหมดของเอกภพและประชากร จึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวน 7 ส่วน ดังนี้

$$\sigma^2(X_{pro}) = \sigma^2_p + \sigma^2_r + \sigma^2_o + \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{ro} + \sigma^2_{pro,e}$$

เมื่อ σ^2_{pro} คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต

σ^2_p คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพของผู้สอบ (μ_p)

σ^2_r คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ (μ_r)

σ^2_o คือความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของสถานการณ์การสอบแต่ละครั้ง (μ_o)

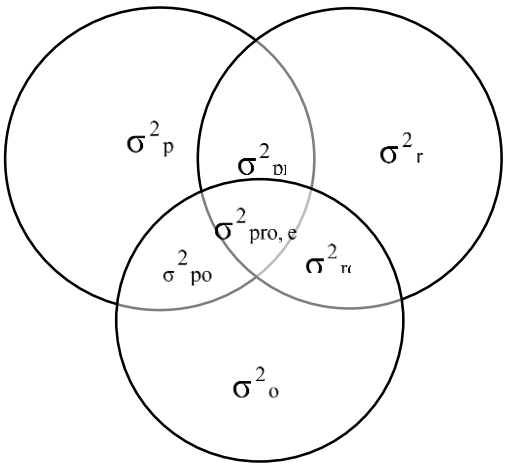
σ^2_{pr} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ

σ^2_{po} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับสถานการณ์ของการสอบแต่ละครั้ง

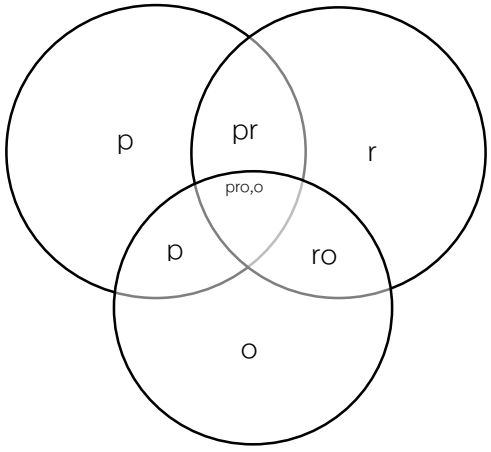
$\sigma^2_{pro,e}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ (e_{pro})

เขียนแผนภาพเวนน์ได้ดังนี้

ภาพที่ 2 แหล่งของความแปรปรวนและองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับองค์ประกอบแบบไขว้ p x r x o (Two – facet, p x r x o design)



องค์ประกอบของความแปรปรวน
(variance component)



แหล่งความแปรปรวน
(Source of variation)

2. การออกแบบการวัดที่มีสามองค์ประกอบ (three – facet, p x o x (r:s) design)

สมมุติต้องการพัฒนาคุณภาพของการประเมินนิสิตฝึกสอนจึงกำหนดสถานการณ์ดังนี้ นิสิตฝึกสอน p คน ได้รับการประเมินการสอน o ครั้ง โดยผู้ประเมิน r คน ซึ่งผู้ประเมินได้มาจาก S แหล่งข้อมูล (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

ตามธรรมชาติของการประเมิน ผู้ประเมิน (R) จะมาจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น R:S(R nested is S) โดย ความแปรปรวนทั้งหมดของเอกภพและประชากร จึงเป็นผลรวมขององค์ประกอบความแปรปรวน 11 ส่วน ดังนี้

$$\sigma^2(X_{pxox(r:s)}) = \sigma^2_p + \sigma^2_o + \sigma^2_s + \sigma^2_{r:s} + \sigma^2_{po} + \sigma^2_{ps} + \sigma^2_{pr:s} + \sigma^2_{os} + \sigma^2_{or:s} + \sigma^2_{pos} + \sigma^2_{por:s,e}$$

เมื่อ $\sigma^2(X_{pxox(r:s)})$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกตได้

σ^2_p คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพของนิสิตฝึกสอน

σ^2_s คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากแหล่งของผู้ประเมิน

σ^2_o คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากจำนวนครั้งของการประเมิน

$\sigma^2_{r:s}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนจากจำนวนผู้ประเมินที่มาจากแหล่งเดียวกัน

σ^2_{po} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนกับครั้งของการประเมิน

σ^2_{ps} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนกับแหล่งของผู้ประเมิน

$\sigma^2_{pr:s}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนกับผู้ประเมินจากแต่ละแหล่ง

σ^2_{os} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งของการประเมินกับแหล่งของผู้ประเมิน

$\sigma^2_{or:s}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งของการประเมินกับผู้ประเมินจากแต่ละแหล่ง

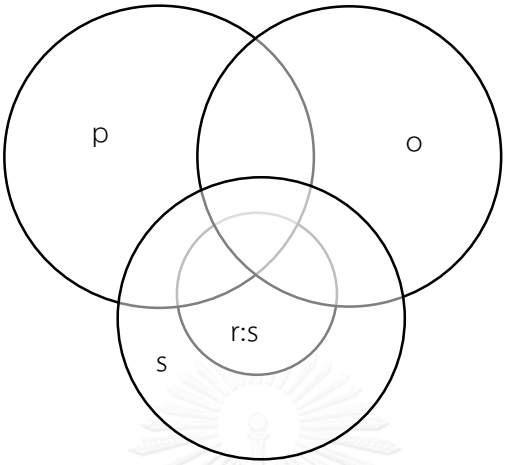
σ^2_{pos} ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน, ครั้งของการประเมินและแหล่งของผู้ประเมิน

$\sigma^2_{por:s,e}$ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน,ครั้งของการประเมิน,ผู้ประเมินจากแต่ละแหล่ง และความคลาดเคลื่อนส่วนที่เหลือกับแหล่งของผู้ประเมิน

Chulalongkorn University

เขียนแผนภาพเวนน์ได้ดังนี้

ภาพที่ 3 แหล่งของความแปรปรวนสำหรับสามองค์ประกอบ (Three – facet, p x o x (r:s) design)



กล่าวโดยสรุปได้ว่าทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory เป็นทฤษฎีที่ขยายแนวคิดมาจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนี้ สามารถประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆได้จากการวัดบริบทเดียวกันและจากการวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว 2) สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงโดยเน้นไปที่องค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด 3) สามารถแบ่งตัดสินใจออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การตัดสินใจเชิงสัมพันธ์ (Relative decision) และการตัดสินใจเชิงสมบูรณ์ (Absolute desision) 4) สามารถประมาณน้ำหนักของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมด (G – Study) และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบการวัดในครั้งต่อไป เพื่อเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของการวัดให้น้อยลง (D – Study) ซึ่งเป็นการออกแบบการวัดให้มีความคุ้มค่าทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา และยังสามารถออกแบบการวัดได้หลายรูปแบบทั้งการออกแบบการวัดแบบไขว้ (Crossed design) การออกแบบการวัดแบบแฝง (Nested design) และกรณีออกแบบการวัดแบบผสม (Confounded design)

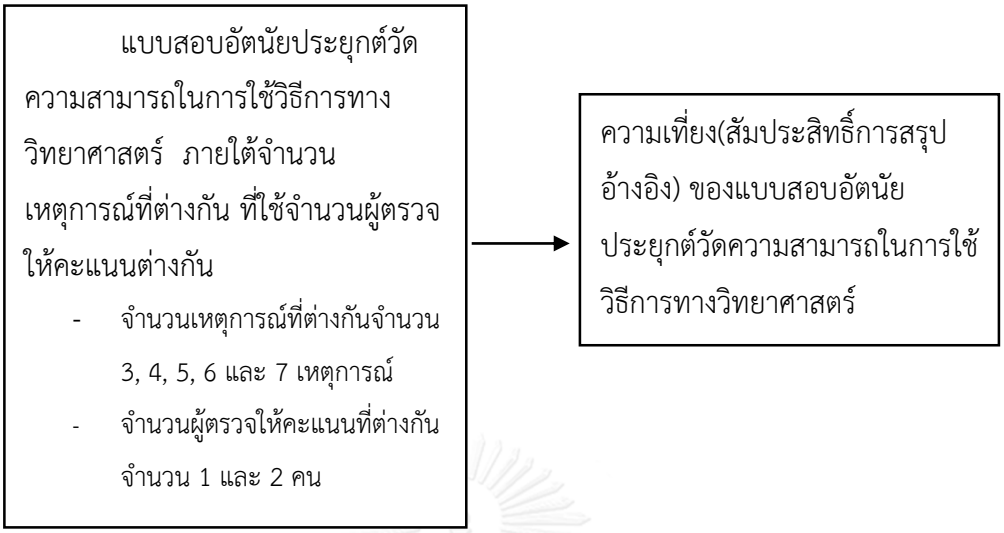
จากการศึกษางานวิจัย (Swartz & et al., 1999; กนกวรรณ เอี่ยมชัย, 2539; ธัชกร สุวรรณจรัส, 2540; น้ำผึ้ง อินทะเนตร, 2554; พรรณี เจียมสุบุตร, 2543; สาวิตรี จุ้ยทอง, 2544; อรอุมา อัยวรรณ, 2548) พบว่ามีการนำทฤษฎีนี้ไปใช้ในหลายลักษณะ เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การเขียน การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง การแก้โจทย์ปัญหา เป็นต้น ซึ่งการวัดเหล่านี้เป็นการวัดทางจิตวิทยาที่มักเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดจากหลายแหล่ง และส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัด จึงมีการนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด มาใช้ในการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ และเป็นการศึกษาว่าแหล่งใดเป็นแหล่งความ

คลาดเคลื่อนหลัก ผลการวิจัยให้ผลสอดคล้องกันว่า ผู้ตรวจให้คะแนนเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ ที่ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนน และมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง นอกจากนั้นผู้วิจัยเหล่านั้นยังเสนอให้ควรมีผู้ตรวจให้คะแนนมากกว่าหนึ่งคน และนอกจากผู้ตรวจให้คะแนนแล้ว ผลการวิจัยยังเสนอให้เห็นว่ารูปแบบการตรวจให้คะแนนและความยาวของแบบสอบก็เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญที่ส่งผลต่อความเที่ยงของคะแนนอีกประการหนึ่งด้วย

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการสรุปและสังเคราะห์องค์ความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาจำนวนผู้ตรวจและจำนวนเหตุการณ์ที่เหมาะสม ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วีการทางวิทยาศาสตร์ และมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์การวัดในลักษณะต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง : G-Coefficient) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าในแต่ละจำนวนเหตุการณ์นั้นควรใช้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน ที่จะส่งผลทำให้แบบสอบมีความเที่ยงในระดับที่ต้องการ และเพื่อให้ได้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนต่อไป โดยผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อแสดงถึงผลของวิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ส่งผลต่อความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด แสดงดังภาพ

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์และเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกันแต่ละกรณีนั้นจะศึกษาอยู่ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ซึ่งประกอบด้วย 3 ฟาเซต คือ จำนวนเหตุการณ์ จำนวนผู้ตรวจและจำนวนข้อคำถาม ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.1 กำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 การเลือกเหตุการณ์ที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถาม

1.3 การกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.4 การสร้างแนวคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนน การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน

1.5 การหาความตรงเชิงเนื้อหา

1.6 การทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.3 การดำเนินการสอบ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจให้คะแนนในแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพของการตรวจให้คะแนน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.1 กำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่ใช้ในการศึกษาการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ งานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบหมุน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
งานและพลังงาน	อธิบายงานและวิเคราะห์งานของแรงต่างๆ	เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและการกระจัดอยู่ในแนวเดียวกับแรงจะเกิดงานของแรงนั้นกับงานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของแรงกับการกระจัดในแนวแรงและอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง	1. สามารถกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาเกี่ยวกับงานและพลังงานได้ 2. สามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบกับหลักความรู้เรื่องงานและพลังงานได้ 3. สามารถออกแบบการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าเรื่องงานและพลังงาน กำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจน การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ 4. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองเกี่ยวกับงานและพลังงานแล้วนำเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตารางได้ 5. สามารถใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง นำมาวิเคราะห์ที่ความเพื่อสรุปผลเกี่ยวกับงานและพลังงานได้
	อธิบายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ และความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน	พลังงานเป็นความสามารถในการทำงานพลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่พลังงานศักย์เป็นพลังงานของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างอันเป็นผลมาจากแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น เช่น พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กันโดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนไป	

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
โมเมนตัม และการชน	อธิบายการชนของวัตถุ กฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม และวิเคราะห์การชนกันของวัตถุ	ในการชนกันของวัตถุหรือการระเบิด โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ส่วนพลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่นส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	1. สามารถกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาเกี่ยวกับโมเมนตัมและการชนได้ 2. สามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบกับหลักความรู้เรื่องโมเมนตัมและการชนได้ 3. สามารถออกแบบการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าเรื่องโมเมนตัมและการชนกำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจน การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือได้ 4. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองเกี่ยวกับโมเมนตัมและการชนแล้วมาเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตารางได้ 5. สามารถใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง นำมาวิเคราะห์ที่ความเพื่อสรุปผลเกี่ยวกับโมเมนตัมและการชนได้

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
การเคลื่อนที่แบบหมุน	อธิบายการเคลื่อนที่แบบหมุนและความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการหมุน	การเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุรอบแกนหมุน ปริมาณที่เกี่ยวข้องได้แก่การระจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุม และความเร่งเชิงมุมซึ่งมีความสัมพันธ์กันรูปแบบเดียวกับการเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่	1. สามารถกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบหมุนและโมเมนต์มเชิงมุมได้ 2. สามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบกับหลักความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนและโมเมนต์มเชิงมุมได้
	อธิบายโมเมนต์มเชิงมุม และกฎการอนุรักษ์โมเมนต์มเชิงมุม	วัตถุที่หมุนจะมีโมเมนต์มเชิงมุม เมื่อทอร์กกระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนต์มเชิงมุมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยทอร์กเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนต์มเชิงมุมของวัตถุ และถ้าทอร์กลัพธ์เป็นศูนย์ โมเมนต์มเชิงมุมของวัตถุจะมีค่าคงตัว	3. สามารถออกแบบการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนและโมเมนต์มเชิงมุมกำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจน การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือได้ 4. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบหมุนและโมเมนต์มเชิงมุมแล้วมาเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตารางได้ 5. สามารถใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง นำมาวิเคราะห์ที่ความเพื่อสรุปผลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบหมุนและโมเมนต์มเชิงมุมได้

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น	อธิบายสภาพสมดุลของวัตถุ และวิเคราะห์สภาพสมดุลตามเงื่อนไขของสมดุล	สมดุลเป็นสภาพที่วัตถุสามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม คือ หยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว หรือหมุนด้วยความเร็วคงตัววัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่ คือ หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ หรือ $\sum_{i=1}^{n} F_i = 0$ และวัตถุจะสมดุลต่อการหมุน คือ ไม่หมุน หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว เมื่อทอร์กลัพธ์หรือผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ หรือ $\sum_{i=1}^{n} M_i = 0$	1. สามารถกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาเกี่ยวกับสภาพสมดุลของวัตถุและสภาพยืดหยุ่นได้ 2. สามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบกับหลักความรู้เรื่องสภาพสมดุลของวัตถุและสภาพยืดหยุ่นได้ 3. สามารถออกแบบการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าเรื่องสภาพสมดุลของวัตถุและสภาพยืดหยุ่น กำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจน การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือได้ 4. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองเกี่ยวกับสภาพสมดุลของวัตถุและสภาพยืดหยุ่น แล้วนำเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตารางได้ 5. สามารถใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง นำมาวิเคราะห์เพื่อความเพื่อสรุปผลเกี่ยวกับสภาพสมดุลของวัตถุและสภาพยืดหยุ่นได้

1.2 การเลือกเหตุการณ์ที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถาม

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ มีเนื้อหารายละเอียดที่แตกต่างกัน และที่สำคัญการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์ที่นำมาสร้างแบบสอบควรมาจากเหตุการณ์จริง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดเหตุการณ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่สนใจ และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียนจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเตอร์เน็ต เป็นต้น โดยการปรับเนื้อหาให้เหมาะสมโดยการตัดทอนหรือปรับข้อความแต่ยังคงความหมายหรือใจความเดิมไว้

ผู้วิจัยนำเหตุการณ์มาสร้างข้อคำถามโดยออกแบบว่า เมื่อนักเรียนอ่านเหตุการณ์และข้อคำถามแล้ว นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยใช้ความรู้และความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงข้อมูลในแต่ละข้อคำถามได้ ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามของเหตุการณ์ตามลำดับสถานการณ์ต่อเนื่องแล้วแทรกข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบจำนวน 4 เหตุการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนของเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ เรื่อง งานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบหมุน สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น และแต่ละเหตุการณ์มีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ตามขั้นตอนของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแบบสอบมีข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นไปตามที่ Feletti (1980) เสนอว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ควรมีข้อคำถาม 5-35 ข้อ จึงจะสามารถวัดความสามารถที่ต้องการวัดได้

ข้อคำถามในแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน 3. ขั้นออกแบบการทดสอบสมมติฐาน 4.ขั้นรวบรวมข้อมูล และ 5. ขั้นสรุปผล โดยคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 โครงสร้างของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถที่จะวัด / เหตุการณ์	ระบุปัญหา	ตั้งสมมติฐาน	ทดสอบสมมติฐาน	รวบรวมข้อมูล	สรุปผล
เหตุการณ์ที่ 1	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	ข้อคำถามที่ 5
เหตุการณ์ที่ 2	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	ข้อคำถามที่ 5
เหตุการณ์ที่ 3	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	ข้อคำถามที่ 5
เหตุการณ์ที่ 4	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	ข้อคำถามที่ 5

1.3 การกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดของรูปแบบแบบสอบอัตนัยประยุกต์ของ พวงแก้ว ปุญยกนก (2531) และธัชกร สุวรรณจรัส (2540) แล้วนำแนวคิดเหล่านั้นมาสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.3.1 การกำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัยออกแบบรูปแบบแบบสอบอัตนัยประยุกต์ตามรูปแบบของ ธัชกร สุวรรณจรัส (2540) โดยแบ่งแบบสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือส่วนด้านบนของกระดาษซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่องย่อย ช่องซ้ายสุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำข้อคำถามนี้ ช่องกลาง คือ เลขที่ของเหตุการณ์ในแบบสอบและข้อคำถามในเหตุการณ์นั้น ช่องขวามือสุด คือ ส่วนที่นักเรียนกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่อยู่ถัดลงมาจากส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานการณ์ ข้อคำถาม และเว้นที่ไว้สำหรับให้ตอบคำถาม ส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่แสดงคำเตือนในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เวลาในการทำข้อนี้ ..... นาที เวลาสะสม ..... นาที	เหตุการณ์ที่ .... ข้อคำถามที่	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....
สถานการณ์		
ข้อคำถามข้อที่ 1 คำถาม : ..... คำตอบ		
<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก		

ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์
วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 4 เหตุการณ์ รวม 20 หน้า มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อคำถาม
2. มีเวลาในการทำแบบสอบทั้งหมด 2 ชั่วโมง และมีเวลาในการทำแต่ละข้อคำถามอยู่ด้านบนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ โดยผู้สอบต้องจัดสรรเวลาในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์เอง และทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนต้องกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่มุมด้านบนของกระดาษคำถามทุกแผ่น
4. เริ่มทำข้อสอบตั้งแต่เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1 เมื่อทำเสร็จให้นักเรียนตรวจสอบให้เรียบร้อย และส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ซองใส่แบบสอบอัตนัยประยุกต์

1.3.2 การจัดพิมพ์แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการพิมพ์เหตุการณ์ลงในกระดาษขนาด A4 โดยพิมพ์สถานการณ์ละ 1 แผ่น และเพื่อไม่ให้ผู้สอบเกิดความสับสนในแต่ละเหตุการณ์ ผู้วิจัยได้พิมพ์ชื่อเหตุการณ์คั่นระหว่างเหตุการณ์หนึ่งๆ

1.3.3 การพิมพ์คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.4 การเรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัยเรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นที่คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากนั้นจึงเรียงเหตุการณ์ของแบบสอบจากเหตุการณ์ที่ 1 จนถึง เหตุการณ์ที่ 4

1.3.5 การบรรจุแบบสอบ

ผู้วิจัยบรรจุแบบสอบอัตนัยประยุกต์ลงในซองสีน้ำตาลที่มีขนาดของซองเท่ากับกระดาษ A5 เนื่องจากต้องการอำนวยความสะดวกกับนักเรียนเวลาดึงแบบสอบออกจากกองข้อสอบ และพิมพ์ชื่อแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งเลขที่ตามลำดับที่หน้าของแบบสอบทุกซอง

1.4 การสร้างแนวคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนน การตรวจให้คะแนน และการบันทึกคะแนน

1.4.1 การสร้างแนวคำตอบ

ผู้วิจัยสร้างแนวคำตอบทันทีหลังจากที่สร้างข้อคำถามเสร็จ โดยคำตอบในแต่ละข้อ คำถามต้องสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดในข้อนั้นๆ และเป็นคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความสามารถในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

1.4.2 เกณฑ์การให้คะแนน

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox โดยวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แค่ 2 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามผิดบางส่วน หรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม (เกณฑ์การให้คะแนนแสดงในภาคผนวก ข)

1.4.3 การตรวจให้คะแนน

งานวิจัยในครั้งนี้มีผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยก่อนที่ผู้ตรวจคนที่ 2 จะทำการตรวจแบบสอบ ผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการตรวจ เกณฑ์การให้คะแนน รวมถึงตัวอย่างการตรวจให้คะแนนแก่ผู้ตรวจคนที่ 2 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการให้คะแนนของผู้ตรวจ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการตรวจให้คะแนนดังนี้

(1) ให้ตรวจคำตอบทีละข้อของนักเรียนทุกคน นั่นคือ ถ้าจะตรวจคำตอบข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ก็ให้ตรวจข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อคำถามที่ 2 ของเหตุการณ์ที่ 1 ครูห้ามตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นคนๆ

(2) ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์การให้คะแนนจะเหมือนกัน สำหรับทุกๆคำตอบครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อย สำหรับคำตอบแผ่นแรกๆ แต่ให้คะแนนมากขึ้นสำหรับคำตอบแผ่นหลังๆ ทั้งๆที่คำตอบเหล่านั้นเป็นแนวเดียวกัน ดังนั้น ผู้ตรวจต้องอ่านคำตอบและประเมินค่าคุณภาพคำตอบไว้ล่วงหน้าก่อนตรวจจริง

(3) เวลาตรวจห้ามดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติต่อการให้คะแนน เวลาตรวจ ครูห้ามนำลายมือของผู้ตอบมามีส่วนในการให้คะแนน พยายามตรวจข้อคำถามใดข้อคำถามหนึ่งของนักเรียนทุกคนให้เสร็จ ไม่ควรหยุดพักจนกว่าจะตรวจข้อคำถามนั้นเสร็จแล้ว

1.4.4 การบันทึกคะแนน

เมื่อผู้ตรวจให้คะแนนจะต้องบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนน โดยตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox แต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน แต่ละเหตุการณ์จะมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และถ้าพิจารณาคะแนนรวมทั้งฉบับ คือ ทั้ง 4 เหตุกรณ์ แบบสอบจะมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน (แบบบันทึกคะแนนแสดงในภาคผนวก ค)

1.5 การหาความตรงเชิงเนื้อหา

เมื่อผู้วิจัยสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมแนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแล้ว ผู้วิจัยนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒจำนวน 5 คน เป็นผู้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเหตุการณ์ ข้อคำถาม แนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนน โดยกำหนดคุณสมบัติผู้ทรงคุณวุฒิไว้ ดังนี้

1.5.1 ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา คือ ผู้ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา และมีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 1 คน

1.5.2 ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนฟิสิกส์ คือ ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 4 คน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก)

การหาความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยสร้างแบบฟอร์มการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ประเมินว่าข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์สามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ แนวคำตอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามและถูกต้องหรือไม่ และเกณฑ์การให้คะแนนมีความสอดคล้องกับแนวคำตอบหรือไม่ โดยกำหนดระดับความสอดคล้องของข้อคำถามกับความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1 = สอดคล้อง 0 = ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง -1 = ไม่สอดคล้อง จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Obiective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ $\geq$ 0.5 สำหรับข้อคำถามใดที่มีค่าระดับความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ < 0.5 ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

1.6 การทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผู้วิจัยนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดสังเวชจำนวน 30 คน จากนั้นนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์มาตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนแบบสอบดังกล่าว จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปหา ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ คะแนนเฉลี่ย(M) ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน(SD) คะแนนสูงสุด(Maximum) คะแนนต่ำสุด(Minimum) ของแต่ละเหตุการณ์ และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก(p) อำนาจจำแนก(r) และความเที่ยง รวมทั้งความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบ โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

ค่าความยาก

ค่าความยากอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.19 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นยากมาก(ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.39 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างยาก ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.4 ถึง 0.59 หมายถึงข้อสอบข้อนั้นยากพอเหมาะ อยู่ในเกณฑ์ดี ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.6 ถึง 0.79 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างง่าย และค่าความยากอยู่ในช่วง 0.8 ถึง 1.0 หมายถึงข้อสอบข้อนั้นง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

ค่าอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง หมายถึงข้อคำถามข้อนั้น ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงต่ำกว่า 0.00 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นจำแนกผู้สอบได้ต่ำมาก ควรตัดทิ้ง ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.19 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นจำแนกผู้สอบได้ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.29 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกปานกลาง ค่าอำนาจจะแนกอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 0.39 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกดี และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 หมายถึงข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกดีมาก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

จากการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เรื่อง งานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบหมุน สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น โดยเลือกเหตุการณ์ที่จะนำมาสร้างแบบสอบและข้อคำถามจากเหตุการณ์จริงที่คัดเลือกเนื้อหาที่สนใจและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียนจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเตอร์เน็ต เป็นต้น ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมโดยการตัดทอนหรือปรับข้อความแต่ยังคงความหมายหรือใจความเดิมไว้ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองและนำผลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อการนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการตรวจให้คะแนนไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขึ้น โดยมีการชี้แจงการใช้คู่มือ การอธิบาย

ความสำคัญของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติและการนำแบบสอบไปใช้ การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน รวมถึงตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิธีการตรวจให้คะแนนและแบบบันทึกคะแนน ซึ่งจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ง

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

2.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

2.1.2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 94 คน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาโรงเรียนของตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ โรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาแบบสหศึกษาตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และคละความสามารถของผู้เรียน และเป็นโรงเรียนที่มีความต้องการพัฒนาความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงผู้บริหารและครูมีความสนใจและให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการ อำนวยความสะดวก และอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองได้ และเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของตัวอย่างโดยเลือกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 กรุงเทพฯ มาจำนวน 3 โรงเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด 67 โรงเรียน โดยมีการเลือกตัวอย่างดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกโรงเรียนจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพฯโดยวิธีการจับฉลาก จำนวน 3 โรงเรียน จากทั้งหมด 67 โรงเรียน คือโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ และโรงเรียนวัดนวลนรดิศ ซึ่งเป็นตัวแทนของโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดใหญ่ ตามลำดับ

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนตัวอย่าง โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ดังนี้ สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน และโรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์

โรงเรียน	ห้องเรียน	ตัวอย่าง (คน)
โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน	4/2	34
โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ	4/1	31
โรงเรียนวัดนวลนรดิศ	4/1	29
รวม		94

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 4 เหตุการณ์ โดยที่แต่ละเหตุการณ์มีข้อคำถามจำนวน 4 ข้อ การสร้างข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล

2.2.2 วิธีการตรวจให้คะแนน งานวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox โดยวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามผิดบางส่วน หรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม

2.3 การดำเนินการสอบ

2.3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ผู้วิจัยทำหนังสือจากงานหลักสูตร คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างที่ศึกษา ผู้วิจัยติดต่อประสานกับครูประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นห้องตัวอย่าง เพื่อติดต่อเรื่องวันและเวลาที่ผู้วิจัยจะดำเนินการสอน และจะดำเนินการเก็บข้อมูลกับนักเรียนของโรงเรียนตัวอย่าง จำนวน 1 ครั้ง ซึ่งใช้เวลาในการสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในทุกโรงเรียน โดยใช้ผู้คุมสอบจำนวน 2 คน ในทุกโรงเรียนตัวอย่าง ประกอบด้วยผู้วิจัยและครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของห้องตัวอย่างนั้น

2.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการสอบ

1) ผู้คุมสอบแจกแบบสอบไว้บนโต๊ะสอบทุกโต๊ะ โต๊ะละ 1 ชุด เมื่ออนุญาตให้นักเรียนเข้าประจำที่สอบแล้ว ผู้วิจัยแนะนำตนเองและขอความร่วมมือจากนักเรียนในการทำแบบสอบ

2) อนุญาตให้นักเรียนเปิดซองข้อสอบพร้อมกัน

3) ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนอ่านคำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์พร้อมทั้งให้เวลาเขียนชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่ข้อคำถามแผ่นแรกให้เรียบร้อย

4) ผู้คุมสอบอธิบายย้ำถึงวิธีการทำแบบสอบให้นักเรียนฟัง โดยให้นักเรียนทำแบบสอบทีละข้อคำถามและต้องทำข้อคำถามนั้นให้เสร็จ จึงจะสามารถเปลี่ยนไปทำข้อคำถามต่อไปได้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ คือ 2 ชั่วโมง โดยให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาสอบเอง และเน้นย้ำว่าเมื่อนักเรียนทำข้อคำถามในแต่ละหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนแล้วจึงส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ซองใส่แบบสอบ และบอกให้นักเรียนเริ่มทำแบบสอบได้ ผู้คุมสอบบันทึกเวลาเริ่มต้นในการทำข้อสอบและเวลาสิ้นสุดในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อยในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบของ Knox จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) คะแนนสูงสุด (Maximun) คะแนนต่ำสุด (Minimum)

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพของการตรวจให้คะแนน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบของ Knox จากผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ 2 คน (Inter rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s Product Moment Correlation) และนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบของ Knox จากผู้ตรวจจำนวน 1 คน คือ

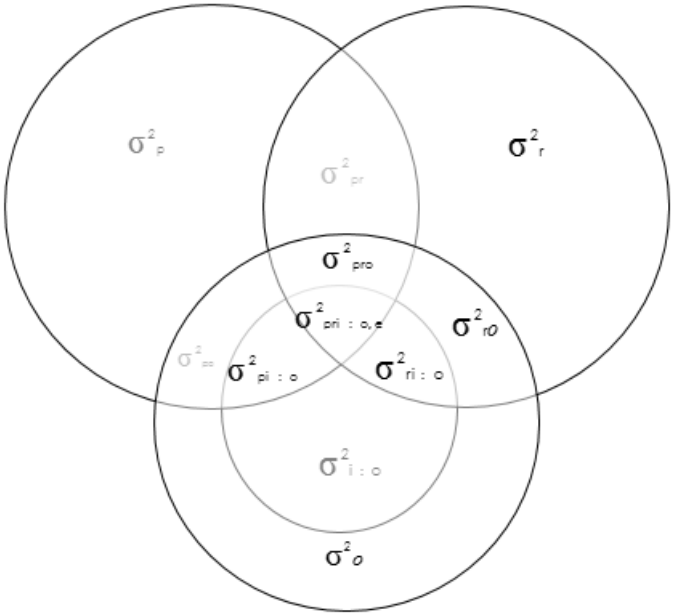
ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (Intra rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation)

3.3 การวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วิธีการตรวจแบบของ Knox จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกันจำนวน 1 และ 2 คน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม โดยกำหนดให้ ข้อคำถาม(i) เป็น องค์ประกอบเจาะจง (fix facet) ส่วนผู้ตรวจ (r) กับ เหตุการณ์ (o) เป็น องค์ประกอบสุ่ม (random facet)ซึ่งออกแบบการวัดแบบเนส (Nested design) 4 องค์ประกอบ (p x r x (i:O)) คือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกเหตุการณ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG และเปรียบเทียบค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G – Coefficient)

การศึกษา G-Study เป็นการศึกษาเชิงสรุปอ้างอิงด้วยการออกแบบและวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งต่างๆที่น่าสนใจ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการสุ่มนักเรียน 94 คน ให้ทำข้อสอบ 4 เหตุการณ์ แต่ละเหตุการณ์มี 5 ข้อคำถาม โดยมีผู้ตรวจจำนวน 2 คน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจะทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 4 ทาง (4-WAY ANOVA)

เขียนแผนภาพเวนน์ได้ดังนี้



$$\sigma^2_{pxrx(i:o)} = \sigma^2_p + \sigma^2_r + \sigma^2_o + \sigma^2_{i:o} + \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{po} + \sigma^2_{pi:o} + \sigma^2_{ro} + \sigma^2_{ri:o} + \sigma^2_{pro} + \sigma^2_{pri:o,e}$$

เมื่อ $\sigma^2_{pxrx(i:o)}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกตได้

σ^2_p คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภาพของผู้สอบ

σ^2_r คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ

σ^2_o คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากเหตุการณ์

$\sigma^2_{i:o}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนจากจำนวนข้อคำถามที่มาจากเหตุการณ์เดียวกัน

σ^2_{pr} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ

σ^2_{po} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเหตุการณ์

$\sigma^2_{pi:o}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์

σ^2_{ro} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับเหตุการณ์

$\sigma^2_{ri:o}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์

σ^2_{pro} ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ, ผู้ตรวจและเหตุการณ์

$\sigma^2_{pri:o,e}$ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ,ผู้ตรวจ,ข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ และความคลาดเคลื่อนส่วนที่เหลือกับเหตุการณ์

การศึกษา D (D-Study) : เป็นการศึกษาเชิงตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบในสถานการณ์ (เงื่อนไขการทดสอบ) ที่สนใจ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ซึ่งงานวิจัยนี้คือ จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบ กับจำนวนผู้ตรวจ แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อของคะแนน (G – Coefficient) เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์และตัดสินใจเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสม เมื่อนำไปใช้แล้ว ทำให้ได้คะแนนสอบมีความน่าเชื่อถือถึงระดับที่ต้องการ

ERROR VARIANCE :

$$\hat{\sigma}^2\delta = \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{po} + \sigma^2_{pi:o} + \sigma^2_{ro} + \sigma^2_{ri:o} + \sigma^2_{pro} + \sigma^2_{pri:o,e}$$

$$\hat{\sigma}_{\Delta} = \sigma^2_{p} + \sigma^2_{r} + \sigma^2_{o} + \sigma^2_{i:o} + \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{po} + \sigma^2_{pi:o} + \sigma^2_{ro} + \sigma^2_{ri:o} + \sigma^2_{pro} + \sigma^2_{pri:o,e}$$

GENERALIZABILITY COEFFICIENTS :

$$\hat{\sigma}^2\delta = \frac{\sigma^2_p}{\sigma^2_p + \sigma^2\delta}$$

$$\hat{\sigma}^2_{\Delta} = \frac{\sigma^2_p}{\sigma^2_p + \sigma^2_{\Delta}}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อ $\hat{\sigma}^2\delta$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์

$\hat{\sigma}^2_{\Delta}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์

$\sigma^2\delta$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

σ^2_{Δ} คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ซึ่งประกอบด้วยด้วย 3 ฟาเซต คือ จำนวนเหตุการณ์ จำนวนผู้ตรวจ และจำนวนข้อคำถาม โดยมีตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 94 คน

ในบทนี้ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

1.1 ผลการพัฒนาลักษณะแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

1.1 ผลการพัฒนาลักษณะแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หรือ แบบสอบเอ็มอีคิว (Modified Essay Question

test : MEQ) เป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง ซึ่งแบบสอบอัตนัยประยุกต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้แทนแบบสอบดั้งเดิมที่มีลักษณะเป็นแบบสอบความเรียงที่มีค่าความเที่ยงต่ำและแบบสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความตรงต่ำ โดยมีลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิด มีการบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่นำเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูลและเสนอตามลำดับเหตุการณ์ทีละขั้นตอน ไม่เสนอต่อเนื่องกันเหมือนแบบสอบความเรียง ซึ่งกรณีศึกษาแต่ละกรณีและข้อคำถามเป็นอิสระจากกัน ผู้เข้าสอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง และไม่มีการอนุญาตให้เปิดย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อที่ทำไปแล้วหรือกลับไปดูข้อมูลที่ผ่านมาได้ แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่นิยมนำมาใช้สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าแบบสอบชนิดเลือกตอบและชนิดอื่นๆเพราะมีค่าความเที่ยง ความตรงและค่าอำนาจจำแนกสูง

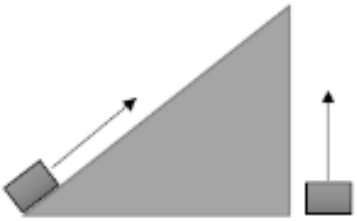
วิธีการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา อย่างมีระบบและเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการสังเกตสิ่งต่างๆแล้วรวบรวมเป็นข้อมูลมาระบุปัญหาตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นสรุปผล มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ใหม่หรือแก้ปัญหาที่สงสัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยมีลักษณะดังนี้คือ ข้อสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 เหตุการณ์ โดยเหตุการณ์ที่ 1 เป็นเนื้อหาเรื่องงานและพลังงาน เหตุการณ์ที่ 2 เป็นเนื้อหาเรื่องโมเมนตัมและการชน เหตุการณ์ที่ 3 เป็นเนื้อหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน เหตุการณ์ที่ 4 เป็นเนื้อหาเรื่องสภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น เนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ในแต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม ข้อคำถามแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุกการณ์จะวัดความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล ดังตัวอย่างในภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 3 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ในขณะที่บอยเรียนฟิสิกส์เรื่องพลังงานศักย์ บอยเข้าใจว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานในขณะที่วัตถุอยู่บนที่สูง ซึ่งค่าของพลังงานจะเกิดจากการทำงานเพื่อให้วัตถุขึ้นไปอยู่ที่สูง วัตถุถูกยกจากด้านล่างขึ้นไปอยู่ที่สูงจะทำให้วัตถุมีพลังงานศักย์เกิดขึ้นโดยค่าของพลังงานศักย์จะมีค่าเท่ากับงานที่ยกวัตถุขึ้นไป ในกรณีพื้นเอียงการจะนำวัตถุขึ้นไปอยู่ที่สูงสามารถทำได้โดยการดึงวัตถุขึ้นโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงโดยระหว่างพื้นเอียงกับวัตถุต้องไม่มีแรงเสียดทาน



สุดท้ายวัตถุจะขึ้นไปอยู่ที่สูงที่ตำแหน่งเดียวกัน จึงมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากัน บอยจึงคิดว่าการดึงวัตถุขึ้นโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกันงานที่ทำได้ควรจะต้องมีค่าเท่ากัน

ข้อคำถามข้อที่ 1

คำถาม : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่บอยคิดได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

เวลาในการทำข้อนี้ 2 นาที เวลาสะสม 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

บอยระบุปัญหาว่า การดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกันจะต้องทำงานเท่ากันหรือไม่

ข้อคำถามข้อที่ 2

คำถาม : จากปัญหา นักเรียนคิดว่าบอยสามารถตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 10 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

จากปัญหา บอยตั้งสมมติฐานว่า การดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกันจะต้องทำงานเท่ากัน

ข้อคำถามข้อที่ 3

คำถาม : ถ้านักเรียนเป็นบอย นักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 15 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

บอยทำการทดลองโดยทำการลากและยกรถขึ้นไปบนพื้นเอียงที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตรด้วยเครื่องชั่งสปริง แบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้

1. ทำการลากรถของเล่นคันหนึ่งขึ้นตามพื้นเอียงด้วยเครื่องชั่งสปริงด้วยความเร็วคงที่
2. ดึงรถคันเดียวกันนี้ขึ้นโดยตรงด้วยเครื่องชั่งสปริงด้วยความเร็วคงที่

กรณีที่ 1

กรณีที่ 2

โดยในการลากรถขึ้นพื้นเอียงเครื่องชั่งสริงอ่านค่าได้ 2.5 นิวตัน เป็นระยะทาง 50 เซนติเมตร และ ในการยกรถขึ้นโดยตรงเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าได้ 4.0 นิวตัน เป็นระยะทาง 30 เซนติเมตร

ข้อคำถามข้อที่ 4

คำถาม : นักเรียนคิดว่านายสมจิตควรสร้างตารางบันทึกผลการทดลองอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อควรระวัง ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 18 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 5	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

แดงและเพื่อนๆได้ทำการบันทึกผลการทดลองไว้ดังนี้

กรณี	แรงที่ใช้ในการลากหรือยก(นิวตัน)	ระยะทางที่ลากหรือยก (เมตร)	งานที่ทำได้(จูลน์)
ลากรถของเล่นขึ้นตามพื้นเอียง	2.45	0.50	1.23
ยกรถขึ้นโดยตรง	4.00	0.30	1.20

ข้อคำถามข้อที่ 5

คำถาม : นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

จากการสัมภาษณ์ครูที่ควบคุมการสอบจำนวน 1 คน อย่างไม่เป็นทางการพบว่า แบบสอบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

"โดยรวมแล้วถือว่าเหมาะสมดี เพราะสถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบเป็นสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยเนื่องจากเคยประสบหรือพบเห็นเหตุการณ์เหล่านี้มาบ้างแล้ว และสถานการณ์ที่ให้ก็สามารถอธิบายได้ ด้วยหลักการทางฟิสิกส์ง่ายๆ ที่นักเรียนเรียนในระดับมัธยม นักเรียนจึงพอมีความรู้พื้นฐานไปประยุกต์กับการตอบคำถามในข้อสอบได้"

"ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนดี ใช้คำง่ายๆ ไม่ได้ใช้ศัพท์เฉพาะที่นักเรียนเข้าใจยากหรือไม่คุ้นเคย"

"เวลาที่ให้เพียงพอในการทำแบบวัดแต่ละข้อ"

"เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมดี มีการให้รายละเอียดของระดับคะแนน และกำหนดคำสำคัญ ของคำตอบที่ถูกต้องได้ชัดเจน"

"คำถามบางข้อเป็นข้อความยาวๆ โดยไม่มีภาพประกอบ ทำให้นักเรียนอาจจะอ่านแล้วสับสนได้ ควรจะเพิ่มรูปภาพประกอบในทุกๆ คำถาม เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจคำถามได้ง่ายขึ้น และน่าจะมีการเพิ่มเติมความรู้หลักการทางฟิสิกส์ที่เป็นพื้นฐานในการทำข้อสอบแต่ละข้อลงไป เพื่อเป็นการทบทวนความรู้แก่นักเรียนก่อนทำข้อสอบแต่ละข้อ เนื่องจากในการทำข้อสอบนี้ นักเรียนจำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานหลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องต่างๆ ซึ่งนักเรียนอาจจะลืมไปบ้างแล้ว"

(กุมภาพันธ์ 2560)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เข้าสอบจำนวน 1 คน อย่างไม่เป็นทางการพบว่า แบบสอบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

"เป็นสถานการณ์ที่เข้าใจง่ายดีค่ะ เป็นสถานการณ์ที่เจอในชีวิตประจำวัน แต่ในบางเหตุการณ์ที่ไม่คุ้น เลยทำให้เข้าใจยาก เนื่องจากต้องใช้เวลาทำความเข้าใจนานมาก"

"ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจได้ดีค่ะ แต่ในบางสถานการณ์อาจไม่เข้าใจเนื่องจากเป็นศัพท์ทางฟิสิกส์ และหนูอาจจะลืมหรือไม่เข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์ที่เรียนในเรื่องนั้น ก็มี ผลทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ในบางเหตุการณ์ค่ะ"

"เวลาที่ให้มีความพอดีค่ะ หนูสามารถทำทันทุกข้อ และในบางเหตุการณ์ก็ใช้เวลา ไม่ มากในการทำค่ะ ทำให้มีเวลาเหลือในการทบทวนแต่ละข้อ"

“เป็นแบบสอบที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดดีค่ะ แต่น่าจะปรับโจทย์ในบางเหตุการณ์ให้สั้นลงอีกนิดก็จะดีมากค่ะ”

(กุมภาพันธ์ 2560)

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

1.2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ การวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวคำตอบ การวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและแนวคำตอบกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนน โดยค่าความสอดคล้องที่ได้เป็นค่าที่ได้จากการตัดสินความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหาจะต้องมีค่าความสอดคล้อง ≥ 0.5 ดังตารางที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	1.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	1.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.8	ปรับสถานการณ์ให้มีการเชื่อมโยง
	1.5 การสรุปผล	0.8	ปรับสถานการณ์ให้มีการเชื่อมโยง
2	2.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	2.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	2.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.8	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	2.5 การสรุปผล	0.6	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
3	3.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	3.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	3.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.8	ปรับสถานการณ์ให้เข้าใจง่ายขึ้น
	3.5 การสรุปผล	0.6	ปรับสถานการณ์ให้มีการเชื่อมโยง
4	4.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	4.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	4.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	1.0	-
	4.5 การสรุปผล	0.8	ปรับสถานการณ์ให้มีการเชื่อมโยง

จากตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ความความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 20 ข้อคำถาม กับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีระดับความ

สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงได้ข้อมูลโดยสรุปว่า สถานการณ์ที่นำมาสร้างข้อคำถามควรปรับให้มีความเชื่อมโยงกันและควรใช้ภาษาที่เป็นทางการ

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวคำตอบ

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับแนวคำตอบ	
		IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	1.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	1.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.8	-
	1.5 การสรุปผล	0.8	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
2	2.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	2.2 การตั้งสมมุติฐาน	0.8	-
	2.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.8	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
	2.5 การสรุปผล	0.6	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
3	3.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	3.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	3.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.6	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน
	3.5 การสรุปผล	0.8	
4	4.1 การระบุปัญหา	1.0	-
	4.2 การตั้งสมมุติฐาน	1.0	-
	4.3 ทำการทดลอง	1.0	-
	4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	0.8	-
	4.5 การสรุปผล	0.8	ปรับสำนวนให้มีความชัดเจน

จากตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวคำตอบ พบว่า แนวคำตอบในแต่ละข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 20 ข้อคำถามมีระดับความสอดคล้องกับข้อคำถามเมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม แสดงว่าแนวคำตอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถาม และเมื่อพิจารณาคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ได้ข้อมูลโดยสรุปว่า คำตอบบางข้อควรปรับสำนวนของแนวคำตอบให้มีความชัดเจน

ผลการทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์

ผลการทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน ข้อสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ค่าสถิติพื้นฐาน			
		MAX	MIN	M	SD
1	1.1 การระบุปัญหา	2	0	0.43	0.71
	1.2 การตั้งสมมุติฐาน	2	0	0.39	0.64
	1.3 ทำการทดลอง	2	0	0.48	0.50
	1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	0	1.09	0.58
	1.5 การสรุปผล	2	0	0.35	0.63
	รวม	10	0	2.74	3.06
2	2.1 การระบุปัญหา	2	0	0.57	0.58
	2.2 การตั้งสมมุติฐาน	2	0	1.00	0.88
	2.3 ทำการทดลอง	2	0	0.26	0.44
	2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	0	0.70	0.86
	2.5 การสรุปผล	2	0	0.48	0.50
	รวม	10	0	3.01	3.26

ตารางที่ 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน ข้อสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ (ต่อ)

เหตุการณ์	ข้อคำถามที่	ค่าสถิติพื้นฐาน			
		MAX	MIN	M	SD
3	3.1 การระบุปัญหา	2	0	0.43	0.58
	3.2 การตั้งสมมุติฐาน	2	0	1.09	0.83
	3.3 ทำการทดลอง	2	0	0.48	0.50
	3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	0	0.83	0.64
	3.5 การสรุปผล	2	0	0.91	0.83
	รวม	10	0	3.74	3.38
4	4.1 การระบุปัญหา	2	0	1.65	0.63
	4.2 การตั้งสมมุติฐาน	2	0	1.30	0.80
	4.3 ทำการทดลอง	2	0	0.70	0.86
	4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	0	1.74	0.61
	4.5 การสรุปผล	2	0	1.04	0.69
	รวม	10	0	6.42	3.59
	รวมทั้งฉบับ	40	0	15.91	13.29

จากตารางที่ 8 ค่าสถิติพื้นฐานของวิธีการตรวจให้คะแนนในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าเมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้ง 4 เหตุการณ์ จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำแบบสอบได้คะแนนเฉลี่ย 15.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.29 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำได้ อยู่ในระดับต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็ม อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับลักษณะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น จึงส่งผลต่อการตอบคำถามของนักเรียน

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบโดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_{tt}) รวมถึงพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการทำ

แบบสอบ โดยผู้วิจัยนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ซึ่งแสดงในตารางที่ 8 พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบหลังจากหมดเวลาทำแบบบสอบหลังจากหมดเวลาทำแบบสอบ ซึ่งได้ข้อมูลว่าบางสถานการณ์ควรปรับให้สถานการณ์มีความเชื่อมโยงกัน ใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย เวลาที่ให้ในการทำแบบสอบมีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการทำแบบสอบ

1.2.2 ผลการตรวจคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 9 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้

เหตุการณ์	p	r	r_{tt}
เหตุการณ์ 1	0.32	0.33	0.701
เหตุการณ์ 2	0.36	0.48	0.724
เหตุการณ์ 3	0.34	0.38	0.818
เหตุการณ์ 4	0.62	0.45	0.690
ทั้งฉบับ	0.41	0.41	0.789

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 9 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของการตรวจให้คะแนน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ พบว่า แบบสอบมีค่าความยากเท่า 0.41 แสดงว่า แบบสอบค่อนข้างยาก และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.41 แสดงว่า เหตุการณ์มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบได้ และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.789

ผู้วิจัยคัดเลือกแบบสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ แบบสอบในแต่ละเหตุการณ์ควรมีค่าความยากในแต่ละเหตุการณ์อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปและปรับปรุงภาษาที่ใช้เหมาะสม จากนั้นนำเหตุการณ์มารวบรวมเป็นแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ (โชติกา ภาษีผล, 2556; กมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2554; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

1.2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของการตรวจให้คะแนน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (Intra rater reliability)

ค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผ้ตรวจคนเดียวแต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson' s Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.978 ถึง 0.986 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์ จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.986 รองลงมาคือเหตุการณ์ที่ 4, 2 และ 1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนเดียว แต่ทำการตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียง ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียวที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง

เหตุการณ์ที่	M_1	SD_1	M_2	SD_2	r_{xy}
เหตุการณ์ที่ 1	3.10	2.26	3.22	2.18	0.978**
เหตุการณ์ที่ 2	3.90	2.53	3.87	2.40	0.979**
เหตุการณ์ที่ 3	4.52	1.78	4.46	2.12	0.989**
เหตุการณ์ที่ 4	6.71	2.14	6.75	2.36	0.985**

**p<.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน (Inter rater reliability)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียสัน (Pearson' s Product Moment Correlation) อยู่ระหว่าง 0.971 ถึง 0.997 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.997 รองลงมาคือ เหตุการณ์ที่ 2, 3 และ 1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจทั้ง 2 คน มีค่าใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน

เหตุการณ์ที่	M_1	SD_1	M_2	SD_2	r_{xy}
เหตุการณ์ที่ 1	3.10	2.26	3.16	2.28	0.971**
เหตุการณ์ที่ 2	3.90	2.53	3.92	2.56	0.986**
เหตุการณ์ที่ 3	4.52	1.78	4.59	1.80	0.984**
เหตุการณ์ที่ 4	6.71	2.14	6.72	2.16	0.997**

**p<.01

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

2.1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง(G-Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 94 คน ทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ จำนวน 4 เหตุการณ์ และให้ผู้ตรวจคือครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ตรวจให้คะแนนแต่ละเหตุการณ์ด้วยวิธีตามแบบของ Knox จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาหาความเที่ยงของแบบสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ได้ออกแบบการวัดเป็นแบบ three-facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น p x r x (i : o) เมื่อ p แทน ผู้สอบ r แทน ผู้ตรวจ o แทน เหตุการณ์ และ i แทน ข้อคำถาม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for p x r x (i:o) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

SOURCE OF VARIATION	G-Study for p x i x r				
	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARANCE
P	93	457.6851	4.9214	0.0998	15.2
R	1	0.0266	0.0266	0.0000	0.0
O	3	260.4362	86.8121	0.0613	9.4
I:O	16	461.9830	28.8739	0.1504	22.9
PR	93	2.3734	0.0255	0.0002	0.0
PO	279	257.9638	0.9246	0.0348	5.3
PI:O	1488	872.6170	0.5864	0.2775	42.3
RO	3	0.0266	0.0089	0.0000	0.0
RI:O	16	0.6596	0.0412	0.0001	0.0
PRO	279	6.1734	0.0221	0.0000	0.0
PRI:O	1488	46.7404	0.0314	0.0314	4.8
TOTAL	751	4923.1862	-	7.1563	100.00

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า ความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.6555 ประกอบด้วย ความแปรปรวนของเหตุการณ์ (σ^2_o) ซึ่งแสดงความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์ เท่ากับ 0.0613 คิดเป็นร้อยละ 9.4 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของผู้สอบ (σ^2_p) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) เท่ากับ 0.0998 คิดเป็นร้อยละ 15.2 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของผู้ตรวจ (σ^2_r) ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจ เท่ากับ 0.0006 คิดเป็นร้อยละ 0.00 ของความแปรปรวนทั้งหมด แสดงว่าคะแนนที่ได้จากผู้ตรวจต่างคนกันมีความสอดคล้องกันมาก ความแปรปรวนของคะแนนจากผู้ตรวจความแปรปรวนของคะแนนจากจำนวนข้อคำถามที่มาจากเหตุการณ์เดียวกัน($\sigma^2_{i:o}$) ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนจากจำนวนข้อคำถามที่มาจากเหตุการณ์เดียวกันเท่ากับ 0.1504 คิดเป็นร้อยละ 22.9 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนน

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเหตุการณ์ (σ^2_{po}) ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเหตุการณ์ เท่ากับ 0.0348 คิดเป็นร้อยละ 5.3 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ ($\sigma^2_{pi:o}$) ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ เท่ากับ 0.2775 คิดเป็นร้อยละ 42.3 ของความแปรปรวนทั้งหมด และ

ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ,ผู้ตรวจ,ข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ และความคลาดเคลื่อนส่วนที่เหลือกับเหตุการณ์ ($\sigma^2_{pi:o}$) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 4 แหล่ง เท่ากับ 0.0314 คิดเป็นร้อยละ 4.8

เขียนผลการวิเคราะความแปรปรวน G-Study for p x r x (i : o) ได้ดังนี้

$$\sigma^2_{pxrx(i:o)} = \sigma^2_{p} + \sigma^2_{r} + \sigma^2_{o} + \sigma^2_{i:o} + \sigma^2_{pr} + \sigma^2_{po} + \sigma^2_{pi:o} + \sigma^2_{ro} + \sigma^2_{ri:o} + \sigma^2_{pro} + \sigma^2_{pri:o,e}$$

$$0.6555 = 0.0998 + 0.0000 + 0.0613 + 0.1504 + 0.0002 + 0.0348 + 0.2775 + 0.0000 + 0.0001 + 0.0000 + 0.0314$$

เมื่อ $\sigma^2_{pxrx(i:o)}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกตได้

σ^2_{p} คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพของผู้สอบ

σ^2_{r} คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ

σ^2_{o} คือ ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากเหตุการณ์

$\sigma^2_{i:o}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนจากจำนวนข้อคำถามที่มาจากเหตุการณ์เดียวกัน

σ^2_{pr} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ

σ^2_{po} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเหตุการณ์

$\sigma^2_{pi:o}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์

σ^2_{ro} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับเหตุการณ์

$\sigma^2_{ri:o}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์

σ^2_{pro} คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ, ผู้ตรวจและเหตุการณ์

$\sigma^2_{pri:o,e}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ,ผู้ตรวจ,ข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ และความคลาดเคลื่อนส่วนที่เหลือกับเหตุการณ์

2.2 ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลจาก G-Study มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิง โดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนเหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ ซึ่งแบบสอบในแต่ละฉบับจะมีจำนวนเหตุการณ์ ดังนี้ คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ และมีข้อคำถาม 5 ข้อในแต่ละเหตุการณ์ ส่วนจำนวนผู้ตรวจในแต่ละฉบับจะมีจำนวน 1 และ 2 คนซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยตัดสินใจจากการวิเคราะห์ ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป

ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน เป็นดังนี้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 3 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 1 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.76 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.61 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 3 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 2 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.76 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.62

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 4 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 1 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.81 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.68 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 4 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 2 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.81 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.68

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 1 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.72 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 2 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.73

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 6 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 1 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.86 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.76 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 6 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 2 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.86 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.76

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 7 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 1 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.88 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.79 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธี การทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 7 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 2 คน พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.88 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.80

ตารางที่ 13 ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เมื่อจำนวนเหตุการณ์ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ จำนวนข้อคำถาม 5 ข้อ ในแต่ละเหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน

ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY										
EFFECT	$n_o' = 3$		$n_o' = 4$		$n_o' = 5$		$n_o' = 6$		$n_o' = 7$	
	$n_r' = 1$	$n_r' = 2$	$n_r' = 1$	$n_r' = 2$	$n_r' = 1$	$n_r' = 2$	$n_r' = 1$	$n_r' = 2$	$n_r' = 1$	$n_r' = 2$
	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$
σ^2_{Rb}	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
σ^2_{Ab}	0.18	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
ρ^2_{Rb}	0.76	0.76	0.80	0.81	0.84	0.84	0.86	0.86	0.88	0.88
ρ^2_{Ab}	0.61	0.62	0.68	0.68	0.73	0.73	0.76	0.76	0.79	0.80

ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน จำนวนข้อคำถามในแต่ละเหตุการณ์คือ 5 ข้อ และจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ เป็นดังนี้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.76 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.61 แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คนและมีจำนวนเหตุการณ์ 4 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.80 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.68 แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 5 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.73 แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 6 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.86 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.76 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 1 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 7 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.88 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.79

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.76 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.62 แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 4 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.81 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.68 แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 5 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์

(Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.73แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 6 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.86 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.76 และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวนผู้ตรวจ 2 คน และมีจำนวนเหตุการณ์ 7 เหตุการณ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.88 และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.80

ตารางที่ 14 ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เมื่อจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน จำนวนข้อคำถาม 5 ข้อ ในแต่ละเหตุการณ์ และ จำนวนเหตุการณ์ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์

ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY										
EFFECT	$n_r' = 1$					$n_r' = 2$				
	$n_o' = 3$	$n_o' = 4$	$n_o' = 5$	$n_o' = 6$	$n_o' = 7$	$n_o' = 3$	$n_o' = 4$	$n_o' = 5$	$n_o' = 6$	$n_o' = 7$
	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$	$n_i' = 5$
σ^2_{Rb}	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
σ^2_{Ab}	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.18	0.15	0.14	0.13	0.12
ρ^2_{Rb}	0.76	0.80	0.84	0.86	0.88	0.76	0.81	0.84	0.86	0.88
ρ^2_{Ab}	0.61	0.68	0.73	0.76	0.79	0.62	0.68	0.73	0.76	0.80

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ และเพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จัดหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวน 94 คน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาโรงเรียนของตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้ เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และคละความสามารถของผู้เรียน และเป็นโรงเรียนที่มีความต้องการพัฒนาความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงผู้บริหารและครูมีความสนใจและให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการอำนวยความสะดวกและอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองได้ และเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดตัวอย่างโดยเลือกโรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร มาจำนวน 3 โรงเรียนจากเรียนเรียนทั้งหมด 67 โรงเรียน ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 เหตุการณ์ โดยที่แต่ละเหตุการณ์มีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ การสร้างข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุกการณ์จะวัดความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล และ วิธีการตรวจให้คะแนน คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 94 คน พบว่า นักเรียนได้ทำแบบสอบทั้งฉบับครบทั้ง 94 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจให้คะแนน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้จากการตรวจคะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมารฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) และวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจให้คะแนนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากผู้ตรวจ 1 คน คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson’s Product Moment Correlation และนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ 1.ผู้วิจัย 2.ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับมาวิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson’s Product Moment Correlation และวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง(ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกันคือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ 1 และ 2 คน ซึ่งออกแบบการวัดแบบเนส (Nested design) 3 องค์ประกอบ (p x r x (i:O)) คือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกเหตุการณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG ในการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G – Coefficient) และเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) ผลการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 2) สรุปผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด แต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น มีเหตุการณ์จำนวน 4 เหตุการณ์ วัด 4 สาระการเรียนรู้ระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐานข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ความความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามของเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 20 ข้อคำถาม กับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีระดับความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ≥ 0.5 ทุกข้อคำถาม

ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของการตรวจให้คะแนน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบพบว่า แบบสอบมีค่าความยากเท่า 0.41 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.41 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.789

ค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียวแต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’ s Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.978

ถึง 0.986 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์ จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.986 รองลงมาคือเหตุการณ์ที่ 4, 2 และ 1 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียสัน (Pearson' s Product Moment Correlation) อยู่ระหว่าง 0.971 ถึง 0.997 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุด คือ 0.997 รองลงมาคือ เหตุการณ์ที่ 2, 3 และ 1 ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

ผลการศึกษา D (D-Study of pxrx(i:o) design) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ แต่ละเหตุการณ์มีข้อคำถาม 5 ข้อ และจำนวนผู้ตรวจคือ 1 และ 2 คน เป็นดังนี้

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ (Relative Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 3 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.76 เท่ากัน แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 4 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.80 และ 0.81 ตามลำดับ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.84 เท่ากัน แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 6 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.86 เท่ากัน และแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 6 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.88 เท่ากัน

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 4 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.68 เท่ากัน แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 5 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.72 และ 0.73 ตามลำดับ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 6 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.76 เท่ากัน แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีจำนวน 6 เหตุการณ์ ที่ใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 และ 2 คน จะมีค่าความเที่ยง 0.79 และ 0.80 ตามลำดับ

สำหรับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เป็นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบและมีความเที่ยงตามที่ต้องการ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกค่าความเที่ยงอย่างน้อย 0.8

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจ ดังนี้

1. การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น มีจำนวน 4 เหตุการณ์ ในแต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม ข้อคำถามแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุกการณ์จะวัดความสามารถในการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล พบว่า ค่าความเที่ยงที่ได้มีค่าสูงกว่า 0.7 โดยค่าความเที่ยงในแต่ละเหตุการณ์ (ทั้งฉบับ) มีค่าสูงกว่าค่าความเที่ยงในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับดวงมณี หล้าคำดง (2544) และ มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) ที่พบว่าความความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ มีค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับสูงกว่าแบบสอบแต่

ละเหตุการณ์ ดังนั้นเวลาที่ผู้ใช้จะนำแบบสอบไปใช้ก็จะพิจารณาความเที่ยงทั้งฉบับมากกว่าความเที่ยงในแต่ละข้อคำถาม

ผลการตรวจสอบคุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยพิจารณาจากความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (Intra rater reliability) ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (Inter rater reliability) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว และผู้ตรวจจำนวน 2 คน สูง แสดงว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน ไม่ว่าจะให้ผู้คนเดิมตรวจให้คะแนนซ้ำ หรือให้ผู้ตรวจให้คะแนนต่างคนกัน คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

2. การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ ($\sigma^2_{pi:o}$) มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) มากที่สุด (ร้อยละ 42.3) แสดงว่า อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจของผู้สอบต่อข้อคำถาม ทำให้ไม่สามารถแยกพฤติกรรมบ่งชี้ได้ชัดเจน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) และผลการประเมินพบว่าผลการประเมินในแต่ละแหล่งมีความสอดคล้องกันเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนของผู้ประเมิน (σ^2_r) เป็นศูนย์ซึ่งเป็นการขจัดความแปรปรวนของผู้ประเมินได้อย่างสิ้นเชิง เนื่องจากผู้ประเมินมีความเข้าใจสอดคล้องและตรงกันเกี่ยวกับรายละเอียดของวิธีการประเมิน ตัวบ่งชี้ รายการประเมิน และเกณฑ์การประเมิน ส่งผลให้ผลการประเมินมีความสอดคล้องกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยและแนวคิดของดวงใจ สีเขียว (2549) ที่กล่าวว่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินที่มาจากผู้ประเมินจะมีค่าน้อยมาก เมื่อมีเครื่องมือการประเมินที่กำหนดและอธิบายรายละเอียดของรายการประเมิน และเกณฑ์การประเมินไว้อย่างชัดเจน ดังนั้น การที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ในกรณีผู้ตรวจ 1 และ 2 คน จึงเพียงพอและมีความเหมาะสม

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coeffcient) ในการศึกษา D (D-Study) เป็นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ

และมีความเที่ยงตามที่ต้องการ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกค่าความเที่ยงอย่างน้อย 0.8 และมีจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ คือ 3 ถึง 7 เหตุการณ์ และมีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 1 และ 2 คน

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์พบว่า แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 เหตุการณ์ขึ้นไป จะมีค่าความเที่ยงมีค่าเกิน 0.8 โดยใช้ผู้ตรวจ 1 คนหรือ 2 คนก็ได้ กรณีที่ครูต้องการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ผู้ตรวจคนเดียว และต้องการค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ผู้ตรวจสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์ใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 เหตุการณ์ ขึ้นไป

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์พบว่า แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ ที่มีค่าความเที่ยงไม่ต่ำกว่า 0.8 สามารถเลือกใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 7 เหตุการณ์ขึ้นไป และจำนวนผู้ตรวจ 2 คนขึ้นไป ซึ่งผลการศึกษาของ Feletti (1980) และ สุไรยา หมันหมัด (2549) พบว่า แบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความจำมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้บริหารการสอบสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์จำนวน 7 เหตุการณ์ก็ถือว่าเพียงพอที่จะสามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ ผู้วิจัยเสนอแนะไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. ครูผู้ใช้แบบสอบควรศึกษาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน รวมถึงเวลาที่เหมาะสมต่อการสอบก่อนที่จะนำแบบสอบไปใช้ โดยศึกษาได้จากคู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบ

กับข้อคำถามจากแต่ละเหตุการณ์ มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coefficient) มากที่สุด (ร้อยละ 34.50) แสดงว่า อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจของผู้สอบต่อข้อคำถามในแต่ละเหตุกการณ์ ทำให้ไม่สามารถแยกพฤติกรรมบ่งชี้ได้ชัดเจน ผู้ใช้แบบสอบควรอธิบายลักษณะรูปแบบของแบบสอบต่อผู้สอบให้ชัดเจนก่อนดำเนินการสอบ

2. ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G – Coeffcient) ในการศึกษา D (D-Study) เป็นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบและมีความเที่ยงตามที่ต้องการ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกค่าความเที่ยงอย่างน้อย 0.8 และมีจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ คือ 3 ถึง 7 เหตุการณ์ และมีจำนวนผู้ตรวจให้คะแนน 1 และ 2 คน

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 เหตุการณ์ขึ้นไป จะมีค่าความเที่ยงมีค่าเกิน 0.8 โดยใช้ผู้ตรวจ 1 คนหรือ 2 คนก็ได้ กรณีที่ครูต้องการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ผู้ตรวจคนเดียว และต้องการค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ผู้ตรวจสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์ใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 เหตุการณ์ ขึ้นไป

ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนนสำหรับนำไปใช้ตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ ที่มีค่าความเที่ยงไม่ต่ำกว่า 0.8 สามารถเลือกใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 7 เหตุการณ์ขึ้นไป และจำนวนผู้ตรวจ 2 คนขึ้นไป ผู้บริหารการสอบสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์จำนวน 7 เหตุการณ์ก็ถือว่าเพียงพอที่จะสามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ สำหรับการเพิ่มจำนวนเหตุการณ์ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยการศึกษาน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา จากนั้นกำหนดเหตุการณ์ให้คลอบคลุมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่สนใจ และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียนจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเตอร์เน็ต เป็นต้น โดยการปรับเนื้อหาให้เหมาะสมโดยการตัดทอนหรือปรับข้อความแต่ยังคงความหมายหรือใจความเดิมไว้ และเพื่อให้การสอบมีประสิทธิภาพสูงที่สุดผู้บริหารการสอบควรศึกษาคู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงคำนึงถึงบริบทที่เกี่ยวข้องกับการสอบในแต่ละครั้งด้วย

3. เนื่องจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่เสนอในรูปแบบของขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ครูสามารถนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ฉบับนี้ไปใช้เพื่อให้

เข้าใจจุดเด่นจุดบกพร่องในแต่ละขั้นตอนของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ครูสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ทบทวนและตรวจประเมินแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทราบข้อดีและจุดบกพร่องของตนเอง รวมถึงสามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาตนเองได้อย่างตรงจุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้นควรมีการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นอื่น และใช้ในวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น เพื่อนำผลวิจัยไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2. ควรศึกษาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบอื่น อาทิ การให้คะแนนแบบ Feletti การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย การให้คะแนนแบบลดหลั่นกัน ถ้าคำตอบนั้นมีผลกระทบต่อความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ควรศึกษาองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เช่น เวลาที่ใช้ในการสอบ หรือศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของการวัดที่ใช้รูปแบบความสัมพันธ์องค์ประกอบแบบ Nested ในแง่จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจให้คะแนนจากแหล่งอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Bassham, G. e. a. (2002). *Critical thinking*. American: The McGraw – Hill companies, Inc.

Brennan, R. L. (1992). Generalizability Theory. Retrieved from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-3992.1992.tb00260.x/full

Brennan, R. L. (2000). Performance assessments from the perspective of generalizability theory. *Applied Psychological Measurement,* 24(4), 339-353.

Brennan, R. L., Gao, X., & Colton, D. A. (1995). Generalizability Analysis Work Key Listening and Writing. *Educational and Psychological Measurement,* 55(2), 157-176.

Carey, S. S. (2004). *A Beginner's guide to Scientific Method* (3 rd ed.). Wadsworth: Thomson Learning, Inc.

Feletti, G. I. (1980). Reliability andvalidity studies on modified essay questions. *Academic Medicine,* 55(11), 933-941.

Harreid, C. F. (2010). The Scientific Method Ain't What It Used to Be. *Journal of College Science Teaching*, 68-72.

Hassard, J. (2008). วิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (*Science as Inquiry)* (จริยา สุจารีกุล, Trans.). กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิคเคชั่น.

Karsai, I., & Kampis, G. (2010). The Crossroads between Biology and Mathematics: The Scientific Method as the Basics of Scientific Literacy. *Bioscience,* 60(8), 632-638.

Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2 nd ed.). New York: McGraw-Hill Inc.

Raj, M. (1996). *Encyclopedic dictionary of psychology and education*. New Delhli: Anmol Publication.

Sudweed, R. R., Reeve, S., & Bradshaw, W. S. (2005). A Comparison of Generalizability Theory and Many-Facet Rash Measurement in an Analysis of College Sophomore Writing. *Assessment Writing,* 9(3), 239-261.

Swartz, C. M., & et al. (1999). Using generalizability Theory to estimate the reliability of writing scores derived from holistic and analytical scoring methods. *Educational and Psychological Measurement,* 59(3), 492-506

Webb, N. M., Shavelson, R. J., & Haertel, E. H. (2006). Reliability coefficients and generalizability theory. *Handbook of statistics,* 26, 81-124.

โชติกา ภาษีผล. (2556). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไตรรงค์ เจนการ. (2530). การศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กติกร กมลรัตนะสมบัติ. (2558). ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กนกวรรณ เอี่ยมชัย. (2539). การศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยเชิงประยุกต์ วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล ที่ตรวจให้คะแนนต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กนกวรรณ ศรีรักษา. Modified Essay Question (MEQ) Retrieved from http://thailand.digitaljournals.org/index.php/KKMJ/article/download/7102/6753

กมลวรรณ ตังธนากานนท์. (2554). ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). ผลของการเรียนการสอนโดยการใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์, 9(4), 328-342.

ชุติมา วัฒนะคีรี. (2541). กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง. (2544). การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ดวงใจ สีเขียว. (2549). การพัฒนาระบบการประเมินนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามแนวคิดการประเมินแบบ 360 องศา โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง. (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงมณี หล้าคำดง. (2544). การสร้างแบบทดสอบเอ็ม อี คิว กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธัชกร สุวรรณจรัส. (2540). การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเอ็ม อี คิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาบัญชีกิจการบริการที่มีผู้ตรวจให้คะแนน 1 คน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีรชัย ปูรณโชติ และคณะ. (2536). ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยาวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

น้ำผึ้ง อินทะเนตร. (2554). การศึกษาคุณลักษณะของคะแนนแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์เมื่อจำนวนผู้ตรวจและรูปแบบการตรวจให้คะแนนต่างกัน โดยใช้โมเดลการสรุปอ้างอิงและโมเดลหลายองค์ประกอบของราส์ช. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปิยะรัตน์ ประมวลทรัพย์. (2546). การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดสมรรถนะทางวิชาชีพพยาบาล. (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณี เจียมสุบุตร. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงแก้ว ปุญยกนก. (2531). แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา. Retrieved from กรุงเทพมหานคร:

พวงทิพย์ โพธิ์วอ. (2535). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเทคนิค เอ็ม อี คิว. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร. (2546). การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช.

มาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2557). การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 10(1), 459-473.

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ. (2544). สอนวิทยาศาสตร์แบบมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

รัตนาภรณ์ วงค์ศรีอ่อน. (2548). ผลการใช้แบบฝึกตามแนวแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลักษมี จันทราช. (2544). การเปรียบเทียบคุณภาพแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (*MEQ)* และแบบทดสอบเลือกตอบ (*MCQ)* เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา. (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วนิดา ฉัตรวิราคม. (2537). การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณทิพา รอดแรงเค้า. (2544). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วันทนา ทวีคุณธรรม. (2542). ผลการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่. นนทบุรี: เอส อาร์ พริ้นติ้ง.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมคิด เทียรพิสุทธิ์. (2550). การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สายหมอก ขุนศักดา. (2543). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ และกำหนดการเชิงเส้น ตามแนวคิดเอ็มอีคิว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สาวิตรี จุ้ยทอง. (2544). การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (*Generalizability Theory).* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2557). การพัฒนาศักยภาพครูผู้สอนและศึกษานิเทศก์ การประเมินผลในชั้นเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องผู้เรียน: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

สุไรยา หมันหมัด. (2549). การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สุพัฒตา ภูสอดสี. (2553). การสร้างแบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์ จำกัด.

อรอุมา อัยวรรณ. (2548). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบอัตนัยแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีความยาวของแบบสอบ วิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัจฉรา คำลือเกียรติ. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัจฉรา วิญญกูล. (2555). การพัฒนาวิธีประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำมาลา สารชาติ. (2548). การพัฒนาแบบสอบ เอ็ม อี คิว สำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนน

1. **ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา**

รศ.ดร.โชติกา ภาษีผล	อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. **ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์**

อาจารย์วราพร ยี่สุ่นเทศ	อาจารย์ประจำโรงเรียนสตรีวัดระฆัง
อาจารย์ชาลี ครองศักดิ์ศิริ	อาจารย์ประจำโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปภัมภ์
อาจารย์ชญานิศ ทองมาก	อาจารย์ประจำโรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์
อาจารย์ปิยะมาศ บุญประกอบ	อาจารย์ประจำโรงเรียนวัดบวรนิเวศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. **รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์**

อาจารย์ปิยชาติ มรกตคันโท	อาจารย์ประจำโรงเรียนวัดนวลนรดิศ

ภาคผนวก ข
แนวคำตอบ

เหตุการณ์ที่ 1

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	การเคลื่อนวัตถุขึ้นไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่	การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงค่าหนึ่งถ้าระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	ถ้าเคลื่อนวัตถุขึ้นไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน	การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงค่าหนึ่งถ้าระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน

Chulalongkorn University

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือลักษณะการเคลื่อนวัตถุ ซึ่งมี 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง โดยสามารถวัดแรงที่ใช้ดึงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ การศึกษาทั้ง 2 กรณี ระดับความสูงของพื้นเอียงต้องเท่ากัน วัตถุที่ใช้ทดลองทั้ง 2 กรณีมีมวลและขนาดเท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือลักษณะการเคลื่อนวัตถุซึ่งมี 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง และแรง โดยสามารถวัดแรงที่ใช้ดึงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือลักษณะการเคลื่อนวัตถุซึ่งมี 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง โดยสามารถวัดแรงที่ใช้ดึงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ การศึกษาทั้ง 2 กรณี ระดับความสูงของพื้นเอียงต้องเท่ากัน วัตถุที่ใช้ทดลองทั้ง 2 กรณีมีมวลและขนาดเท่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

สร้างตารางเปรียบเทียบ แรง และ ระยะทางที่ใช้ในการลากรถในทั้ง 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงมีส่วนตารางเปรียบเทียบงานที่ทำได้ในแต่ละกรณี

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สร้างตารางเปรียบเทียบ แรง และ ระยะทางที่ใช้ในการลากรถในทั้ง 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง	สร้างตารางเปรียบเทียบ แรง และ ระยะทางที่ใช้ในการลากรถในทั้ง 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงมีส่วนตารางเปรียบเทียบงานที่ทำได้ในแต่ละกรณี

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 5

สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน **หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนวัตถุขึ้นไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน **หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน	สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน **หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน **หรือ** การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะทำงานไม่เท่ากัน**หรือ**ต้องทำงานใกล้เคียงกัน โดย การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงจะทำงานมากกว่า เนื่องจากต้องเสียงานไปจากแรงเสียดทาน

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนน

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

แบบบันทึกคะแนน

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนน พิจารณาคำตอบของผู้เรียนแล้วตัดสินคะแนนตามคุณภาพของคำตอบ โดยใส่คะแนนลงในช่องตาราง

ลำดับที่	เหตุการณ์ที่ 1					คะแนนรวม (10 คะแนน)
	ข้อคำถามที่ 1	ข้อคำถามที่ 2	ข้อคำถามที่ 3	ข้อคำถามที่ 4	ข้อคำถามที่ 5	
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถ

ในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

คำนำ

คู่มือการใช้แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูใช้เป็นเครื่องมือและแนวทางในการประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เหตุการณ์ที่นำมาสร้างแบบสอบมาจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเตอร์เน็ต เป็นต้น และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับชั้นของนักเรียน นอกจากนี้ข้อคำถามในแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่สำคัญที่สังเคราะห์ได้ ได้แก่ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน 3. ขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน 4. ขั้นรวบรวมข้อมูล 5. ขั้นลงสรุปผล โดยข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน/ออกแบบการทดลอง ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

คำนำ
สารบัญ
คำชี้แจงในการใช้คู่มือ
ส่วนที่ 1 : ความสำคัญของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์
ส่วนที่ 2 : แนวปฏิบัติและการนำเสนอแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ส่วนที่ 3 : การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน

รายการอ้างอิง
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคผนวก ข แนวคำตอบและวิธีการตรวจให้คะแนน
ภาคผนวก ค แบบบันทึกคะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำชี้แจงในการใช้คู่มือ

จุดมุ่งหมายของคู่มือ

คู่มือนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ส่วนประกอบของคู่มือ

คู่มือนี้มีเนื้อหาแยกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ความสำคัญของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ส่วนที่ 2 แนวปฏิบัติและนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปใช้ และส่วนที่ 3 แนวปฏิบัติในการตรวจให้คะแนนแบบสอบและการบันทึกคะแนน

คำนิยามศัพท์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ใช้เหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาที่มีเนื้อหาตามที่ต้องการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และมีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อๆ ที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะๆ ผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบสอบประเภทความเรียงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาตามเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อๆที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะๆ แต่ละเหตุการณ์ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ ตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการทำแบบสอบผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงระดับความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหาและสิ่งที่ต้องการจะศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาที่ได้จากการสังเกต ความสงสัย และต้องการรู้คำตอบ โดยต้องอยู่ในรูปของคำถามและมีประเด็นสำคัญเพียงประเด็นเดียว

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ลวงหน้าซึ่งอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบกับความรู้เดิม กฎ ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องมาตั้งเป็นสมมติฐาน

3. ขั้นทดสอบสมมติฐาน หมายถึง เป็นขั้นที่ใช้ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานเป็นการปฏิบัติการหาคำตอบอาจจะใช้วิธีการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าเริ่มจากการออกแบบการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า กำหนดและควบคุมตัวแปร ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ

4. ขั้นรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองแล้วมาเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตาราง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปในขั้นต่อไป

5. ขั้นสรุปผล หมายถึง การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยใช้ข้อมูลจากขั้นตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์ตีความเพื่อสรุปผล โดยผลที่สรุปได้นั้น นำไปสู่การสร้างกฎ ทฤษฎี หรืออาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาต่อไปก็ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 1

ความสำคัญแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์(scientific method) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน โดยเริ่มจากการสังเกตสิ่งต่างๆ แล้วรวบรวมเป็นข้อมูลมาระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดสอบสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นสรุปผล (สุวัฒน์ นิยมค้า, 2531; ภพ เลาหไพบูลย์, 2537; ชุติมา วัฒนะคีรี, 2541; ยุพา วีระไวทยะ และคณะ, 2544; อัจฉรา วิญญูกูล, 2555; Carey, 2004; Carin and Sund, 1980; Karsai and Kampis, 2010; Harreid, 2010) และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีการระบุสมรรถนะสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (กรมวิชาการ, 2546 ; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542) ถือได้ว่า ระบบการศึกษาไทยก็มีความต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา และการใช้ชีวิต ซึ่งสมรรถนะเหล่านี้ ล้วนสอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์และถ้าหากผู้เรียนมีความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนั่นหมายความว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะตามที่หลักสูตรแกนกลางฯ กำหนด

ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาข้อค้นพบใหม่ๆที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในหมู่นักวิทยาศาสตร์เองและการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีระบบ และขั้นตอนที่ชัดเจน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย เมื่อทำการสังเคราะห์แนวคิดขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษา แล้วพบว่ามีนักการศึกษา ที่เสนอขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงกันดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมค้า, 2531; ภพ เลาหไพบูลย์, 2537; ชุติมา วัฒนะคีรี, 2541; ยุพา วีระไวทยะ และ คณะ, 2544; อัจฉรา, 2555; Maccraken, 1967; Carin and Sund, 1980; Karsai and Kampis, 2010; Herreid, 2010;) 1. การระบุปัญหา 2. การตั้งสมมติฐาน 3. การตรวจสอบสมมติฐาน/ทำการทดลอง 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล 5. การสรุปผล โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหมายถึง การกำหนดปัญหา ขอบเขตของปัญหา และสิ่งที่ต้องการจะศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาที่ได้จากการสังเกต ความสงสัย และต้องการรู้คำตอบ โดยต้องอยู่ในรูปของคำถามและมีประเด็นสำคัญเพียงประเด็นเดียว
2. ขั้นการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบกับความรู้เดิม กฎ ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องมาตั้งเป็นสมมติฐาน
3. ขั้นการออกแบบการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง เป็นขั้นที่ใช้ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานเป็นการปฏิบัติการหาคำตอบอาจจะใช้วิธีการทดลองหรือการศึกษาค้นคว้า เริ่มจากการออกแบบการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า กำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจน การใช้วัสดุอุปกรร์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ
4. ขั้นรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองแล้วมาเขียนในรูปของการอธิบาย หรือบันทึกข้อมูลลงในตาราง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปในขั้นต่อไป
5. ขั้นลงสรุป หมายถึง การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยใช้ข้อมูลจากขั้นตรวจสอบสมมติฐาน/การทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์ตีความเพื่อสรุปผล โดยผลที่สรุปได้นั้นนำไปสู่การสร้างกฎ ทฤษฎี หรืออาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาต่อไปก็ได้

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแล้ว พบว่า แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งครอบคลุมขั้นตอนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยาก สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ และเหมาะแก่การนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การวัดความสามารถในการใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ ต้องใช้เครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา วิธีที่ดีที่สุดที่ควรนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินจากการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามเหตุการณ์ที่กำหนดให้ แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าในการจัดการเรียนการสอนจริงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ต้องให้นักเรียนเรียนรู้มีมากมายหลากหลาย นอกจากนั้นครูยังจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวและคำนึงถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2557) และที่สำคัญครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นที่ต้องรับผิดชอบ อีกทั้งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบก็มีมากเกินกว่าจะสามารถให้นักเรียนฝึกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองได้ และถ้าครูใช้การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองเท่านั้น ก็อาจส่งผลทำให้การประเมินล้มเหลวได้ ดังนั้น ครูจึงควรเลือกการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและบริบท แบบสอบก็ถือเป็นเครื่องมือวัด

ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากจะสามารถแสดงให้เห็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับการประเมินการปฏิบัติแล้ว ยังมีความสะดวกในการจัดการสอบและประหยัดงบประมาณในการจัดสอบด้วย และแบบสอบที่นิยมนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มักจะเป็นแบบสอบความเรียง ที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงศักยภาพของตนเองสูงสุด

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Essay Question, MEQ) เป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง แต่มีการเสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วแทรกคำถามเป็นระยะๆ ผู้เรียนต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการคิดหาคำตอบ และจะไม่สามารถกลับไปแก้คำตอบที่ทำผ่านไปแล้วได้ แบบสอบอัตนัยประยุกต์สามารถวัดความสามารถในระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การแก้ปัญหา สามารถวัดทักษะการแสดงความคิดเห็น การเรียบเรียงและสังเคราะห์ความคิดผ่านทางการเขียน กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในแนวลึก (deep approach learning) เพราะต้องเขียนตอบด้วยตนเอง ไม่มีตัวเลือกให้เลือก จึงทำให้สามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่แท้จริงของผู้เรียนได้

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ หรือ แบบสอบเอ็มอีคิว (Modified Essay Question test : MEQ) เป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นโดย Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่ง ราชวิยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ในปี ค.ศ.1965 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving skill) ของแพทย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีแล้วต้องการสอบเข้าเป็นสมาชิกของสมาคม ซึ่งแบบสอบอัตนัยประยุกต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้แทนแบบสอบดั้งเดิมที่มีลักษณะเป็นแบบสอบความเรียงที่มีค่าความเที่ยงต่ำและแบบสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความตรงต่ำ นอกจากนั้นแบบสอบดั้งเดิมที่ใช้พบว่าส่วนใหญ่เป็นการวัดเพียงความรู้ความจำ

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Hodgkin และ Knox พัฒนาขึ้นมีลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิดโดยเหตุการณ์ทางการแพทย์ และเสนอตามลำดับเหตุการณ์ทีละขั้นตอน ไม่เสนอต่อเนื่องกันเหมือนแบบสอบความเรียง ผู้ตอบต้องอาศัยข้อมูลจากเหตุการณ์นั้นมาหาคำตอบ แต่ต่อมา Feletti แห่งมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล ได้นำแบบสอบนี้มาปรับปรุงวิธีการใช้ โดยมีการกำหนดเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อ โดยผู้สอบต้องปรับเวลาที่ใช้ในการสอบให้เหมาะสม และต้องทำทุกข้อให้เสร็จภายในเวลารวมที่กำหนด นอกจากนั้น Feletti ยังมีการสร้างคำตอบเพื่อใช้ในการให้คะแนน และกำหนดคะแนนผ่านหรือระดับความสามารถขั้นต่ำที่ผ่านด้วย (Feletti, 1980; กนกวรรณ ศรีรักษา, ม.ป.ป; สุไรยา หมันหมัด, 2549)

แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบที่พัฒนามาจากแบบสอบความเรียงหรือแบบสอบอัตนัยที่สามารถใช้ทดสอบกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ที่ใกล้เคียงกับ

สถานการณ์จริง ได้รับการพัฒนาโดย Hodgkin และ Knox คณะกรรมการตรวจสอบแห่งราชวิทยาลัยเวชปฏิบัติทั่วไป สหราชอาณาจักร ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ไว้ดังนี้ คือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาเฉพาะกรณี (Case study) มีการบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่นำเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูล ซึ่งกรณีศึกษาแต่ละกรณีและข้อคำถามเป็นอิสระจากกัน ผู้เข้าสอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม จึงทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ โดยแบบสอบสถานการณ์นั้นผู้สอบสามารถคิดในกรอบที่กว้างกว่าแบบสอบอัตนัยประยุกต์(พวงแก้ว ปุณยกนก, 2531) และไม่มีการอนุญาตให้เปิดย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อที่ทำไปแล้วหรือกลับไปดูข้อมูลที่ผ่านมาได้

ต่อมา Feletti ได้นำแบบสอบของ Hodgkin และ Knox ไปปรับปรุงเพื่อทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางการแพทย์และการจัดการกับผู้ป่วย โดยแบบสอบมีลักษณะเป็นแบบสอบปลายเปิด ซึ่งผู้เข้าสอบต้องจัดสรรเวลาในการทดสอบเองและทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด และแบบสอบหนึ่งฉบับความมีจำนวนข้อตั้งแต่ 5-35 ข้อ (Feletti, 1980)

นอกจากนั้นพวงทิพย์ โพธิ์วอ (2535) ได้กล่าวถึงแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบที่มีลักษณะเป็นชุดคำถาม โดยแยกชุดคำถามเป็นข้อคำถามละ 1 หน้า โดยแต่ละหน้าจะมีลักษณะดังนี้ คือ ส่วนบนของข้อคำถามจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเกี่ยวกับคนไข้ ถัดลงมา เป็นข้อคำถามและเว้นว่างให้เขียนคำตอบ สำหรับส่วนล่างสุดจะเป็นจำนวนเวลาที่กำหนดให้ทำแต่ละข้อซึ่ลักษณะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์นั้นสอดคล้องกับรูปแบบของธัชกร สุวรรณจรัส (2540) แต่ส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมาคือส่วนสุดท้าย จะเป็นการเตือนในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ สอดคล้องกับมาฆพันธุ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2557) และรัตนาภรณ์ วงค์ศรีอ่อน (2548) สุไรยา หมัดหมัน (2549) และ อำมาลา สารชาติ (2548) ที่อธิบายแบบสอบอัตนัยประยุกต์ว่าเป็นแบบสอบกรณีศึกษาเป็นคำถามปลายเปิด และมีลักษณะเป็นการเสนอเหตุการณ์ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงและมีการแทรกคำถามเป็นระยะๆ โดยแต่ละคำถามจะแบ่งออกเป็นส่วนคือ ส่วนที่แสดงเวลาที่ใช้ ข้อความหรือสถานการณ์ ข้อคำถาม และที่ว่างเป็นส่วนให้แสดงคำตอบ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนจะถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ

หลักการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์

การสร้างและพัฒนาแบบสอบถือเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการวัดและประเมินความรู้ความสามารถของบุคคล ซึ่งถ้าหากแบบสอบที่สร้างและพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพก็จะส่งผลที่น่าเชื่อถือสำหรับการนำข้อมูลไปตัดสินใจเกี่ยวกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลนั้น สำหรับการสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์จะมีลักษณะที่เฉพาะมากกว่าการสร้างแบบสอบความเรียงโดยทั่วไป ดังเช่น

Knox (1980 อ้างถึงในสุไรยา หมัดหมัน, 2549) ที่ได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ไว้ว่าเป็นแบบสอบปลายเปิดที่ใช้การศึกษาพาะกรณี (Case study) มีบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามลำดับของเหตุการณ์นั้นๆ โดยเหตุการณ์ที่นำเสนอจะไม่เสนอทั้งหมดเพียงครั้งเดียว แต่จะเสนอทีละตอนตามลำดับเหตุการณ์ในลักษณะของการเพิ่มข้อมูลซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับคำถามหรือบางส่วนก็อาจไม่เกี่ยวข้อง ผู้สอบจะต้องนำข้อมูลที่ให้มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบเอง ดังนั้นผู้สอบต้องใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้แบบสอบประเภทนี้แตกต่างกับแบบสอบสถานการณ์ ในขณะที่ไตรรงค์ เจนการ (2530) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเขียนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ว่าเป็นแบบสอบที่มีความต่อเนื่องของเหตุการณ์และมีการแทรกข้อคำถามเป็นระยะ สำหรับขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์โดยภาพรวม มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเหมือนกับแบบสอบโดยทั่วไป แตกต่างกันที่รายละเอียดบางขั้นตอน ซึ่งจากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์ของฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง (2544), สุไรยา หมันหมัด (2549) และสุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พบว่ามีขั้นตอนที่สอดคล้องกันดังนี้ คือ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 3) กำหนดขอบเขตของเนื้อหา 4) เขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ 5) ตรวจสอบความตรงของแบบสอบและการให้คะแนน 6) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 1 7) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุง 8) ทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2 9) คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์และปรับปรุงแบบสอบ 10) หาคุณภาพของแบบสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง และความตรง 11) สร้างเกณฑ์ปกติ และ 12) สร้างคู่มือการใช้แบบสอบและจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มแบบสอบ

นอกจากนี้ พวงแก้ว ปุญยกนก (2531) ยังเสนอขั้นตอนที่สำคัญเพิ่มเติมคือ การสร้างโมเดลคำตอบ ดำเนินการโดยนำแบบสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและให้ทดลองทำข้อสอบเพื่อนำคำตอบมาสร้างเป็นโมเดลคำตอบทั้งหมด โดยจะเลือกคำตอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นตรงกันเกินครึ่งหนึ่งมาเป็นคำตอบที่ให้คะแดนน ส่วนคำตอบที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไม่ตรงกันก็จะนำมาอภิปรายเพื่อแก้ไขปรับปรุงหรือตัดทิ้งไป และเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการทำข้อสอบแต่ละข้อ

ดังนั้น การสร้างแบบสอบอัตนัยประยุกต์จึงเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือหากสร้างด้วยกระบวนการที่ถูกต้อง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ 1) กำหนดจุดมุ่งหมาย 2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3) กำหนดขอบเขตของแบบสอบ 4) สร้างสถานการณ์และข้อคำถาม 5) ตรวจสอบความตรง 6) สร้างโมเดลคำตอบ 7) ทดลองใช้ 8) ปรับปรุงแก้ไข 9) ทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง 10) วิเคราะห์ข้อสอบ 11) ทดสอบคุณภาพ 12) สร้างเกณฑ์ และ 13) สร้างคู่มือการใช้และจัดทำรูปเล่ม

ส่วนที่ 2

แนวปฏิบัติและนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รูปแบบของแบบสอบอัตนัยประยุกต์แบ่งแบบสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ ส่วนด้านบนของกระดาษซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่องย่อย ช่องซ้ายสุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำข้อคำถามนี้ ช่องกลาง คือ เลขที่ของเหตุการณ์ในแบบสอบและข้อคำถามในเหตุการณ์นั้น ช่องขวามือสุด คือ ส่วนที่นักเรียนกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่อยู่ถัดลงมาจากส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานการณ์ ข้อคำถาม และเว้นที่ไว้สำหรับให้ตอบคำถาม ส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่แสดงคำเตือนในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

เวลาในการทำข้อนี้ ..... นาที เวลาสะสม ..... นาที	เหตุการณ์ที่ .... ข้อคำถามที่	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....
สถานการณ์		
ข้อคำถามข้อที่ 1 คำถาม : ..... คำตอบ		
<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจัดพิมพ์แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยดำเนินการพิมพ์เหตุการณ์ลงในกระดาษขนาด A4 โดยพิมพ์สถานการณ์ละ 1 แผ่น และเพื่อไม่ให้ผู้สอบเกิดความสับสนในแต่ละเหตุการณ์ ผู้วิจัยได้พิมพ์ชื่อเหตุการณ์คั่นระหว่างเหตุการณ์หนึ่งๆ

2. การพิมพ์คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์
วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

6. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 4 เหตุการณ์ รวม 20 หน้า มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อคำถาม
7. มีเวลาในการทำแบบสอบทั้งหมด 2 ชั่วโมง และมีเวลาในการทำแต่ละข้อคำถามอยู่ด้านบนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ โดยผู้สอบต้องจัดสรรเวลาในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์เอง และทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
8. นักเรียนต้องกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่มุมด้านบนของกระดาษคำถามทุกแผ่น
9. เริ่มทำข้อสอบตั้งแต่เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1 เมื่อทำเสร็จให้นักเรียนตรวจสอบให้เรียบร้อย และส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ซองใส่แบบสอบอัตนัยประยุกต์
10. กรุณาเขียนคำตอบด้วยลายมือที่อ่านง่าย

3. การเรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์

เรียงหน้าของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นที่คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากนั้นจึงเรียงเหตุการณ์ของแบบสอบจากเหตุการณ์ที่ 1 จนถึง เหตุการณ์ที่ 5

4. การบรรจุแบบสอบ

บรรจุแบบสอบอัตนัยประยุกต์ลงในซองสีน้ำตาลที่มีขนาดของซองเท่ากับกระดาษ A5 เนื่องจากต้องการอำนวยความสะดวกกับนักเรียนเวลาดึงแบบสอบออกจากกองข้อสอบ และพิมพ์ชื่อแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งเลขที่ตามลำดับที่หน้าซองของแบบสอบทุกซอง

ขั้นตอนการดำเนินการสอบ

1. ผู้คุมสอบแจกแบบสอบอัตนัยประยุกต์ไว้บนโต๊ะสอบทุกโต๊ะ โต๊ะละ 1 ชุด และซองเปล่าเพื่อใส่กระดาษคำตอบโต๊ะละ 1 ซอง เสร็จแล้วอนุญาตให้นักเรียนเข้าประจำที่สอบ และเมื่อนักเรียนนั่งประจำที่เรียบร้อย ผู้คุมสอบอนุญาตให้นักเรียนเปิดซองข้อสอบได้

2. ผู้คุมสอบให้นักเรียนทุกคนอ่านคำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พร้อมทั้งให้เวลาเขียนชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่ข้อคำถามแผ่นแรกให้เรียบร้อย

3. ผู้คุมสอบอธิบายย้ำถึงวิธีการทำแบบสอบให้นักเรียนฟัง โดยให้นักเรียนทำแบบสอบทีละข้อคำถามและต้องทำข้อคำถามนั้นให้เสร็จ จึงจะสามารถเปลี่ยนไปทำข้อคำถามต่อไปได้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบคือ 1 ชั่วโมง 40 นาที โดยให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาสอบเอกและเน้นย้ำว่าเมื่อนักเรียนทำข้อคำถามในแต่ละหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนแล้วจึงส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงในซองสำหรับใส่กระดาษคำตอบ และบอกให้นักเรียนเริ่มทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์ได้ ผู้คุมสอบบันทึกเวลาเริ่มต้นในการทำข้อสอบและเวลาสิ้นสุดในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์

สำหรับแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 3
การตรวจให้คะแนนและการบันทึกคะแนน

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ วิธีการตรวจให้คะแนนแบบ Knox มีการให้คะแนน 3 ระดับ ซึ่งวิธีการตรวจให้คะแนนแบบ Knox แต่ละชุดจะใช้ตรวจข้อคำถามแต่ละข้อเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 จะใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบ Knox ดังนี้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบวิเคราะห์ย่อยของข้อคำถามที่ 1 เหตุการณ์ที่ 1

ขั้นตอนในการตรวจให้คะแนนแบบสอบ

1) ให้ตรวจคำตอบทีละข้อของนักเรียนทุกคนและควรตรวจให้เสร็จเป็นคนๆ นั่นคือ ถ้าจะตรวจคำตอบข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ก็ให้ตรวจข้อคำถามที่ 1 ของเหตุการณ์ที่ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อคำถามที่ 2 ของเหตุการณ์ที่ 1 ครูไม่ควรตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นคนๆ

2) ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์ในการให้คะแนนจะเหมือนกัน สำหรับทุกๆ คำตอบ ครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อย สำหรับคำตอบแผ่นแรกๆ แต่จะให้คะแนนมากขึ้นสำหรับคำตอบแผ่นหลังๆ ทั้งๆที่คำตอบเหล่านั้นเป็นแนวเดียวกัน

3) เวลาตรวจไม่ควรดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติต่อการให้คะแนน

4) เวลาตรวจ ครูไม่ควรนำลายมือของผู้ตอบมามีส่วนในการให้คะแนน

5) พยายามตรวจข้อคำถามใดข้อคำถามหนึ่งของนักเรียนทุกคนให้เสร็จ ไม่ควรหยุดพักจนกว่าจะตรวจข้อคำถามนั้นเสร็จแล้ว

6) พยายามเขียนข้อแนะนำและแก้ไขความผิดในกระดาษคำตอบ เพื่อให้ผู้ตอบรู้ว่าตนเองบกพร่องตรงไหน

สำหรับแนวคำตอบวิธีการตรวจให้คะแนนแบบ Knox ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะปรากฏอยู่ใน ภาคผนวก ข

การบันทึกคะแนน

เมื่อผู้ตรวจตรวจให้คะแนนจะต้องบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนน โดยคะแนนที่บันทึกแต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน แต่ละเหตุการณ์จะมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และถ้าพิจารณาคะแนนรวมทั้งฉบับ คือ ทั้ง 4 เหตุการณ์ แบบสอบจะมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน สำหรับแบบบันทึกคะแนนจะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ค

รายการอ้างอิง

กนกวรรณ เอี่ยมชัย. (2539). การศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยเชิงประยุกต์ วิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล ที่ตรวจให้คะแนนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กนกวรรณ ศรีรักษา. (ม.ป.ป.). Modified Essay Question (MEQ) [cited 25 Aug, 2016], from http://thailand.digitaljournals.org/index.php/KKMJ/article/download/7102/6753

กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช และสร้อยสน สกลรักษ์. (2542). ประมวลบทความการเรียนการสอนและวิจัยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). ผลของการเรียนการสอนโดยการใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์, *9*(4), 328-342.

ชุติมา วัฒนะคีรี. (2541). กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง. (2544). การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ดวงมณี หล้าคำดง. (2544). การสร้างแบบทดสอบเอ็ม อี คิว กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไตรรงค์ เจนการ. (2530). การศึกษาคุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัชกร สุวรรณจรัส. (2540). การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเอ็ม อี คิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาบัญชีกิจการบริการที่มีผู้ตรวจให้คะแนน 1 คน.

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีรชัย ปูรณโชติ และคณะ. (2536). ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยาวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นงรักค์ ไทธานี. (2542). การสร้างแบบทดสอบเอ็ม อี คิว ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปิยะรัตน์ ประมวลทรัพย์. (2546). การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดสมรรถนะทางวิชาชีพพยาบาล. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงแก้ว ปุญยกนก. (2531). แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงทิพย์ โพธิ์วอ. (2535). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเทคนิค เอ็ม อี คิว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิธุลาวัลย์ ศุภอุทุมพร. (2546). การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช.

มาฆพันธ์ อ่ำนาคิล และกมลวรรณ์ ตังธนกานนท์. (2557). การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 10(1), 459-473.

รัตนาภรณ์ วงค์ศรีอ่อน. (2548). ผลการใช้แบบฝึกตามแนวแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลักษมี จันทราช. (2544). การเปรียบเทียบคุณภาพแบบสอบอัตนัยประยุกต์ (MEQ) และแบบทดสอบเลือกตอบ (MCQ) เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วนิดา ฉัตรวิราคม. (2537). การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณทิพา รอดแรงเค้า. (2544). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วันทนา ทวีคุณธรรม. (2542). ผลการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนสังคมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัฒตา ภูสอดสี. (2553). การสร้างแบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุไรยา หมันหมัด. (2549). การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สมคิด เทียรพิสุทธิ์. (2550). การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สายหมอก ขุนศักดา. (2543). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ และกำหนดการเชิงเส้น ตามแนวคิดเอ็มอีคิว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (เล่ม 2). กรุงเทพมหานคร: บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์ จำกัด.

อรอุมา อัยวรรณ. (2548). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบอัตนัยแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีความยาวของแบบสอบ วิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน.

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัจฉรา วิญญูกูล. (2555). การพัฒนาวิธีประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉรา คำลือเกียรติ. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อำมาลา สารชาติ. (2548). การพัฒนาแบบสอบ เอ็ม อี คิว สำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

Bassham, G. et al. (2002). Critical thinking. American: The McGraw – Hill companies, Inc.

Carey, S. S. (2004). A Beginner’s guide to Scientific Method. (3 rd ed.). Wadsworth: Thomson Learning, Inc.

Cohen, J. (1983). *Applied Multiple Regesstion/Correlation Analysis for the Behavioral Science.* New Jersy: Lawrence Erlbaum Associates.

Feletti, G. I. (1980). Reliability andvalidity studies on modified essay questions. *Academic Medicine, 55*(11), 933-941.

Harreid, C. F. (2010). The Scientific Method Ain’t What It Used to Be. *Journal of College Science Teaching,* 68-72.

Karsai, I., & Kampis, G. (2010). The Crossroads between Biology and Mathematics: The Scientific Method as the Basics of Scientific Literacy. *Bioscience, 60*(8), 632-638.

Rabinowitz, H. K., & Hoja, M. D. (1989). A comparison of the Modified essay Questions and Multiple Choice Question Format: There Relationship to Clinical performance. *Family Medicine, 21*(5), 364-367.

Raj, M. (1996). Encyclopedic dictionary of psychology and education. New Delhli: Anmol Publication.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำแนะนำในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์
วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง

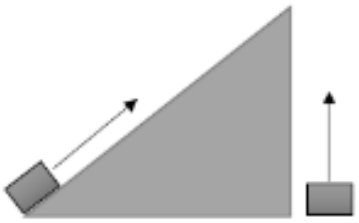
1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 4 เหตุการณ์ รวม 20 หน้า มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ โดยแต่ละเหตุการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อคำถาม
2. มีเวลาในการทำแบบสอบทั้งหมด 2 ชั่วโมง และมีเวลาในการทำแต่ละข้อคำถามอยู่ด้านบนของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ โดยผู้สอบต้องจัดสรรเวลาในการทำแบบสอบอัตนัยประยุกต์เอง และทำข้อสอบทุกข้อให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนต้องกรอกชื่อ นามสกุล และชื่อโรงเรียน ที่มุมด้านบนของกระดาษคำถามทุกแผ่น
4. เริ่มทำข้อสอบตั้งแต่เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1 เมื่อทำเสร็จให้นักเรียนตรวจสอบให้เรียบร้อย และส่งข้อสอบโดยคว่ำกระดาษลงและวางไว้ใต้ซองใส่แบบสอบอัตนัยประยุกต์
5. กรุณาเขียนคำตอบด้วยลายมือที่อ่านง่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เหตุการณ์ที่ 1

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 3 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ในขณะที่บอยเรียนฟิสิกส์เรื่องพลังงานศักย์ บอยเข้าใจว่าพลังงานศักย์ในมวลเป็นพลังงานในขณะที่วัตถุอยู่บนที่สูง ซึ่งค่าของพลังงานจะเกิดจากการทำงานเพื่อให้วัตถุขึ้นไปอยู่ที่สูง วัตถุถูกยกจากด้านล่างขึ้นไปอยู่ที่สูงจะทำให้วัตถุมีพลังงานศักย์เกิดขึ้นโดยค่าของพลังงานศักย์จะมีค่าเท่ากับงานที่ยกวัตถุขึ้นไป ในกรณีพื้นเอียงการจะนำวัตถุขึ้นไปอยู่ที่สูงสามารถทำได้โดยการดึงวัตถุขึ้นโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงโดยระหว่างพื้นเอียงกับวัตถุต้องไม่มีแรงเสียดทาน



สุดท้ายวัตถุจะขึ้นไปอยู่ที่สูงที่ตำแหน่งเดียวกัน จึงมีพลังงานศักย์ไม่มวลเท่ากัน บอยจึงคิดว่าการดึงวัตถุขึ้นโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกันงานที่ทำได้ควรจะต้องมีค่าเท่ากัน

ข้อคำถามข้อที่ 1

คำถาม : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่บอยคิดได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อควรระวัง ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 2 นาที เวลาสะสม 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

บอยระบุปัญหาว่า การดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกันจะต้องทำงานเท่ากันหรือไม่

ข้อคำถามข้อที่ 2

คำถาม : จากปัญหา นักเรียนคิดว่าบอยสามารถตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 10 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

จากปัญหา บอยตั้งสมมติฐานว่า การดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการดึงวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกันจะต้องทำงานเท่ากัน

ข้อคำถามข้อที่ 3

คำถาม : ถ้านักเรียนเป็นบอย นักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

คำตอบ

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 15 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

บอยทำการทดลองโดยทำการลากและยกรถขึ้นไปบนพื้นเอียงที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตรด้วยเครื่องชั่งสปริง แบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้

1. ทำการลากรถของเล่นคันหนึ่งขึ้นตามพื้นเอียงด้วยเครื่องชั่งสปริงด้วยความเร็วคงที่
2. ดึงรถคันเดียวกันนี้ขึ้นโดยตรงด้วยเครื่องชั่งสปริงด้วยความเร็วคงที่

กรณีที่ 1

กรณีที่ 2

โดยในการลากรถขึ้นพื้นเอียงเครื่องชั่งสริงอ่านค่าได้ 2.5 นิวตัน เป็นระยะทาง 50 เซนติเมตร และ ในการยกรถขึ้นโดยตรงเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าได้ 4.0 นิวตัน เป็นระยะทาง 30 เซนติเมตร

ข้อคำถามข้อที่ 4

คำถาม : นักเรียนคิดว่านายสมจิตควรสร้างตารางบันทึกผลการทดลองอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 18 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 5	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

แดงและเพื่อนๆได้ทำการบันทึกผลการทดลองไว้ดังนี้

กรณี	แรงที่ใช้ในการลากหรือยก(นิวตัน)	ระยะทางที่ลากหรือยก (เมตร)	งานที่ทำได้(จูลน์)
ลากรถของเล่นขึ้นตามพื้นเอียง	2.45	0.50	1.23
ยกรถขึ้นโดยตรง	4.00	0.30	1.20

ข้อคำถามข้อที่ 5

คำถาม : นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

คำตอบ

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เหตุการณ์ที่ 2

เวลาในการทำข้อนี้ 4 นาที เวลาสะสม 4 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ในการแข่งขันสนุกเกอร์ การชนกันของลูกสนุกนั้นเป็นการชนแบบยืดหยุ่นของวัตถุที่มีมวลเท่ากัน โตโน่ได้สังเกตเห็นการชนกันของลูกสนุกเกอร์ในแนวเส้นตรงหรือชนกันแบบ 1 มิติ พบว่าภายหลังการชนลูกสนุกที่ถูกชนจะมีความเร็วเท่ากับลูกที่เข้าชนในตอนก่อนชน ส่วนลูกที่เข้าชนจะหยุดนิ่งเหมือนลูกที่ถูกชนในตอนก่อนชน โตโน่สังเกตอีกครั้งซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ลูกสนุกสองลูกวิ่งเข้าชนกันในแนวเส้นตรง พบว่าภายหลังการชน ลูกที่ 1 จะมีความเร็วเท่ากับลูกที่ 2 ในตอนก่อนชน ส่วนลูกที่ 2 จะมีความเร็วที่เท่ากับลูกที่ 1 ในตอนก่อนชน ซึ่งการชนที่โตโน่สังเกตทั้งสองครั้งโตโต่คิดว่ามีลักษณะเหมือนเป็นการแลกเปลี่ยนความเร็วกันของวัตถุ

ข้อคำถามข้อที่ 1

คำถาม : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะระบุปัญหาที่โตโน่คิดว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 7 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

โดโปได้ตั้งปัญหาว่า การชนกันแบบยืดหยุ่นในแนวเส้นตรงของวัตถุที่มีมวลเท่ากันเป็นการแลกเปลี่ยนความเร็วกันของวัตถุหรือไม่

ข้อคำถามข้อที่ 2

คำถาม : จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 12 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

จากปัญหา โคโนได้ตั้งสมมติฐานว่า ในการชนกันแบบยืดหยุ่นในแนวเส้นตรง ถ้าวัตถุมีมวลเท่ากัน วัตถุจะแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน

ข้อคำถามข้อที่ 3

คำถาม : นักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

คำตอบ

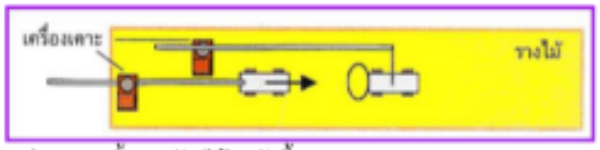
<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 17 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

โดโนโห้ใช้รถทดลองสองคันขนาดเท่ากัน โดยคันที่สองติดสปริงไว้ท้ายรถเพื่อให้เป็นการชนแบบยืดหยุ่น และให้รถทั้งสองผูกติดกับเครื่องเคาะสัญญาณเวลาเพื่อหาความเร็วของรถทั้งสอง ทั้งก่อนชนและหลังชนโดยโดโนโห้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณีดังนี้ (ในแต่ละกรณีทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วหาความเร็วเฉลี่ยของรถทดลองคันที่หนึ่งและคันที่สอง ทั้งก่อนชนและหลังชน)

กรณีที่ 1 ให้รถคันที่สองหยุดนิ่ง แล้ว ให้รถคันที่หนึ่งเข้าชน

กรณีที่ 2 ให้รถคันที่หนึ่งเข้าชนรถคันที่สองที่กำลังวิ่งในทิศทางเดียวกัน



โดโนโห้หาความเร็วของรถทั้งสองคัน ได้ผลดังนี้

ในกรณีที่ 1 ก่อนชนรถคันที่หนึ่งมีความเร็ว 0.85 เมตรต่อวินาที รถคันที่สองหยุดนิ่ง ในตอนหลังชนรถคันที่หนึ่งหยุดนิ่ง ส่วนรถคันที่สองมีความเร็ว 0.83 เมตรต่อวินาที

ในกรณีที่ 2 ก่อนชนรถคันที่หนึ่งมีความเร็ว 0.74 เมตรต่อวินาที ส่วนรถคันที่สองมีความเร็ว 0.31 เมตรต่อวินาที ในตอนหลังชน รถคันที่หนึ่งมีความเร็ว 0.30 เมตรต่อวินาที ส่วนรถคันที่สองมีความเร็ว 0.72 เมตรต่อวินาที (ความเร็วที่บันทึกเป็นความเร็วเฉลี่ย)

ข้อคำถามข้อที่ 4

คำถาม : นักเรียนจะสร้างตารางบันทึกผลการทดลองอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 20 นาที	เหตุการณ์ที่ 2 ข้อคำถามที่ 5	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

โดโนให้ทำการบันทึกผลการทดลองไว้ดังนี้

กรณี	ขนาดของความเร็ว(เมตร/วินาที)			
	ก่อนชน		หลังชน	
	รถคันที่1	รถคันที่2	รถคันที่1	รถคันที่ 2
ให้รถคนที่สองหยุดนิ่ง แล้ว ให้รถคันที่หนึ่งเข้าชน	0.85	0	0	0.83
ให้รถคันที่หนึ่งเข้าชนรถคันที่สองที่กำลังวิ่งในทิศทางเดียวกัน	0.74	0.31	0.30	0.72

จากสมมติฐานว่า ในการชนกันแบบยืดหยุ่นในแนวเส้นตรง ถ้าวัตถุมีมวลเท่ากัน วัตถุจะแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน

ข้อคำถามข้อที่ 5

คำถาม : นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

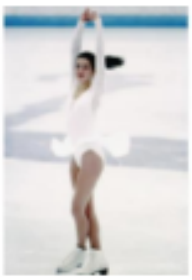
.....

ข้อควรระวัง ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เหตุการณ์ที่ 3

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 3 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

เจียบได้ดูการแข่งขันกีฬาสเกตน้ำแข็ง เจียบสังเกตเห็นว่าขณะนักกีฬากำลังเล่นท่าหมุนตัวนั้น นักกีฬาได้ทำการเหยียดแขนขนานกับลำตัว และกางแขนสลับกัน โดยในขณะที่นักกีฬาเหยียดแขนขนานกับลำตัวนั้นนักกีฬาจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าขณะนักกีฬากางแขน



เจียบนั้นทราบว่าขณะนักกีฬาสเกตน้ำแข็งกางแขนนั้น นักกีฬาจะมีโมเมนต์ความเฉื่อยที่มากกว่าการหุบแขนขนานกับลำตัว จากที่เจียบสังเกตการแสดงและสิ่งที่เจียบได้ทราบจึงมีให้เกิดข้อสงสัย

ข้อคำถามข้อที่ 1

คำถาม : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เจียบมีสงสัยได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 2 นาที เวลาสะสม 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

เจี๊ยบได้ตั้งปัญหาว่า วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมากหรือไม่

ข้อคำถามข้อที่ 2

คำถาม : จากปัญหา นักเรียนคิดว่าสามารถตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 10 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

จากปัญหา เจี๊ยบตั้งสมมติฐานว่า วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก

ข้อคำถามข้อที่ 3

คำถาม : ถ้านักเรียนเป็นเจี๊ยบ นักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

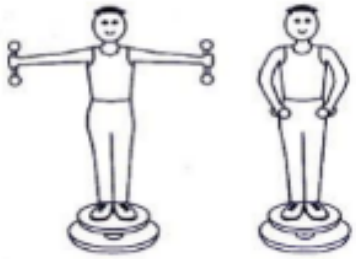
<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 15 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

เจี๊ยบถือดัมเบลที่มือสองข้าง แล้วยืนบนเครื่องออกกำลังกายจานทวิสหรือที่เรียกกันว่าจานหมุนลดเอว ที่สามารถหมุนได้อย่างอิสระ โดยนายเจี๊ยบจะให้เพื่อนหมุนจานออกกำลังกายและให้เพื่อนจับเวลาในขณะที่เจี๊ยบหมุนรอบตัวเองจำนวน 5 รอบ โดยจะแบ่งลักษณะการถือดัมเบลเป็นสองกรณีต่อเนื่องกัน

กรณีที่ 1 เจี๊ยบกางแขนที่ถือดัมเบลออกเพื่อให้โมเมนความเฉื่อยของจิมมีค่ามาก และให้เพื่อนจับเวลาที่เจียฐหมุนรอบตัวเองจำนวน 5 รอบ

กรณีที่ 2 เจี๊ยบหดแขนลงขนานกับลำตัวเพื่อทำให้ค่าโมเมนความเฉื่อยของเจี๊ยบมีค่าลดลง และให้เพื่อนจับเวลาที่เจี๊ยบหมุนรอบตัวเองจำนวน 5 รอบเช่นกัน โดยทำอย่างต่อเนื่องกับกรณีที่ 1



ซึ่งเพื่อนของเจี๊ยบจับเวลาที่เจี๊ยบหมุนรอบตัวเองจำนวน 5 รอบในขณะเจี๊ยบกางแขนได้ 4.57 วินาที และจับเวลาที่เจี๊ยบหมุนรอบตัวเองจำนวน 5 รอบ ในขณะเจี๊ยบหุบแขนลงขนานกับลำตัวได้ 2.86 วินาที

ข้อคำถามข้อที่ 4

คำถาม : นักเรียนคิดว่าเจี๊ยบควรสร้างตารางบันทึกผลการทดลองอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 18 นาที	เหตุการณ์ที่ 3 ข้อคำถามที่ 5	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

เจี๊ยบและเพื่อนๆได้ทำการบันทึกผลการทดลองไว้ดังนี้

กรณี	ปริมาณ โมเมนต์ความเฉื่อย	เวลาที่ใช้หมุนรอบตัวเอง(วินาที)		อัตราเร็วเชิงมุม(rad/s)
		5 รอบ	1 รอบ(คาบการหมุน)	
กางแขนออก	มาก	4.27	0.85	7.39
หุบแขนขนานกับลำตัว	น้อย	2.36	0.47	13.36

ข้อคำถามข้อที่ 5

คำถาม : นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เหตุการณ์ที่ 4

เวลาในการทำข้อนี้ 4 นาที เวลาสะสม 4 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ตูนได้ดูการแสดงโชว์ที่มีนักแสดงนอนบนเตียงตะปูที่มีตะปูจำนวนมาก ซึ่งตูนจำได้ว่าเขาเคยนอนทับตะปูเพียงตัวเดียวก็เกิดอันตรายแล้ว ตูนสังเกตว่าตะปูที่เห็นบนเตียงนั้นมีจำนวนมากซึ่งต่างจากตะปูที่ทำอันตรายต่อเขา

จากนั้นตูนได้ดูการแสดงโชว์การเหยียบไข่แล้วไข่ไม่แตก สิ่งที่ตูนสังเกตเห็นก็คือจำนวนไข่ที่อยู่ใต้ฐานรองที่เหยียบนั้นมีไข่จำนวนหลายฟองมากซึ่งจะคล้ายกับตะปูที่ใช้ตะปูจำนวนหลายตัว การที่มีตะปูหลายตัวหรือมีไข่หลายใบรองรับน้ำหนักหมายความว่าเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนัก จากที่ตูนได้ชมการแสดงทั้งสองนั้น ตูนได้คิดว่าการเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักนั้นน่าจะทำให้สามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น

ข้อคำถามข้อที่ 1

คำถาม : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะระบุปัญหาได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 7 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 2	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ตูนได้ตั้งข้อสงสัยว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักจะทำให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากขึ้นหรือไม่

ข้อคำถามข้อที่ 2

คำถาม : จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 12 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 3	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

จากปัญหา ตุนตั้งสมมติฐานว่า ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวที่รองรับน้ำหนักจะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น

ข้อคำถามข้อที่ 3

คำถาม : นักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

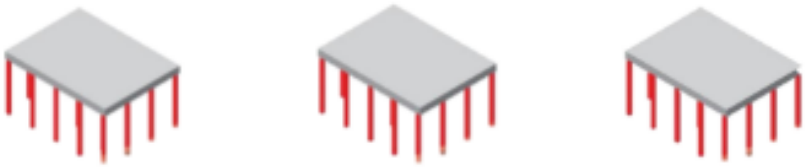
เวลาในการทำข้อนี้ 5 นาที เวลาสะสม 17 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 4	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ครูให้ทำการทดลอง โดยนำแผ่นไม้ขนาดเล็กมารองเป็นฐาน แล้วใช้แท่งไม้เล็กขนาดเท่ากันจำนวนหลายแท่งมารองรับฐาน ซึ่งจำนวนแท่งไม้ที่รองรับคือพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนัก จากนั้นค่อยวางอิฐเพิ่มไปเรื่อยๆจนกว่าฐานจะรองรับไม่ไหว โดยอิฐแต่ละก้อนมีมวล 1 กิโลกรัม ครูทำการทดลองสามกรณี ดังนี้ (แต่ละกรณีจะทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของจำนวนอิฐที่รองรับได้)

กรณีที่หนึ่งใช้แท่งไม้รองรับฐานจำนวน 4 แท่ง

กรณีที่สองใช้แท่งไม้รองรับฐานจำนวน 10 แท่ง

กรณีที่สามใช้แท่งไม้รองรับฐานจำนวน 20 แท่ง



ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3

ซึ่งผลการทดลองคือ ฐานที่มีแท่งไม้รองรับจำนวน 4 แท่ง สามารถรองรับอิฐได้ 2 ก้อน ก่อนที่จะพังลง ฐานที่มีแท่งไม้รองรับจำนวน 10 แท่ง สามารถรองรับอิฐได้ 5 ก้อน และฐานที่มีแท่งไม้รองรับจำนวน 20 แท่ง สามารถรองรับอิฐได้ 10 ก้อน (จำนวนอิฐโดยเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง)

ข้อคำถามข้อที่ 4

คำถาม : นักเรียนจะสร้างตารางบันทึกผลการทดลองนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ข้อควรระวัง</u> ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 20 นาที	เหตุการณ์ที่ 4 ข้อคำถามที่ 5	ชื่อ-สกุล..... โรงเรียน.....

ตูนได้ทำการบันทึกผลการทดลองไว้ดังนี้

จำนวนแท่งไม้ที่รองรับฐาน(แท่ง)	จำนวนก้อนอิฐที่สามารถรองรับได้(ก้อน)
4	2
10	5
20	11

จากสมมติฐานที่ว่า ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวที่รองรับน้ำหนักจะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น

ข้อคำถามข้อที่ 5

คำถาม : นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อควรระวัง ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก

ภาคผนวก ข
แนวคำตอบ
วิธีการตรวจให้คะแนน

เหตุการณ์ที่ 1

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	การเคลื่อนวัตถุขึ้นไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่	การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงค่าหนึ่งถ้าระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	ถ้าเคลื่อนวัตถุขึ้นไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน	การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามแนวพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงค่าหนึ่งถ้าระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือลักษณะการเคลื่อนวัตถุ ซึ่งมี 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง โดยสามารถวัดแรงที่ใช้ดึงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ การศึกษาทั้ง 2 กรณี ระดับความสูงของพื้นเอียงต้องเท่ากัน วัตถุที่ใช้ทดลองทั้ง 2 กรณีมีมวลและขนาดเท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือลักษณะการเคลื่อนวัตถุซึ่งมี 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง และแรง โดยสามารถวัดแรงที่ใช้ดึงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือลักษณะการเคลื่อนวัตถุซึ่งมี 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง โดยสามารถวัดแรงที่ใช้ดึงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ การศึกษาทั้ง 2 กรณี ระดับความสูงของพื้นเอียงต้องเท่ากัน วัตถุที่ใช้ทดลองทั้ง 2 กรณีมีมวลและขนาดเท่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

สร้างตารางเปรียบเทียบ แรง และ ระยะทางที่ใช้ในการลากรถในทั้ง 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงมีส่วนตารางเปรียบเทียบงานที่ทำได้ในแต่ละกรณี

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สร้างตารางเปรียบเทียบแรง และ ระยะทางที่ใช้ในการลากรถในทั้ง 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรง	สร้างตารางเปรียบเทียบ แรง และ ระยะทางที่ใช้ในการลากรถในทั้ง 2 กรณี คือ การเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียง กับ การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงมีส่วนตารางเปรียบเทียบงานที่ทำได้ในแต่ละกรณี

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 5

สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน **หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนวัตถุขึ้นไปที่ระดับความสูงเดียวกัน **หรือ** ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน**หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน	สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ**ระดับความสูงเท่ากันจะต้องทำงานเท่ากัน **หรือ**จะทำงานได้เท่ากัน **หรือ** การเคลื่อนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยตรงกับการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงไปที่ระดับความสูงเดียวกัน**หรือ** ระดับความสูงเท่ากันจะทำงานไม่เท่ากัน**หรือ**ต้องทำงานใกล้เคียงกัน โดยการเคลื่อนวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงจะทำงานมากกว่า เนื่องจากต้องเสียงานไปจากแรงเสียดทาน

เหตุการณ์ที่ 2

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

การชนกันแบบยืดหยุ่นในแนวเส้นตรงของวัตถุที่มีมวลเท่ากันเป็นการแลกเปลี่ยนความเร็วกันของวัตถุหรือไม่

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	การชนกันในแนวเส้นตรง**หรือ**การชนกันแบบยืดหยุ่นของวัตถุที่มีมวลเท่ากันเป็นการแลกเปลี่ยนความเร็วกันของวัตถุหรือไม่	การชนกันแบบยืดหยุ่นในแนวเส้นตรงของวัตถุที่มีมวลเท่ากันเป็นการแลกเปลี่ยนความเร็วกันของวัตถุหรือไม่

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

การชนกันในแนวเส้นตรง ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากันและเป็นการชนแบบยืดหยุ่น วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	ในการชนกันของวัตถุ ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากัน วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน	การชนกันในแนวเส้นตรง ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากันและเป็นการชนแบบยืดหยุ่น วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ความเร็วต้นของวัตถุ 2 ชิ้นที่มีการชนกัน ทั้งก่อนชนและหลังชน และการชนกันเป็นการชนแบบยืดหยุ่น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ความเร็วต้นของวัตถุ 2 ชิ้นที่มีการชนกัน ทั้งก่อนชนและหลังชน	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ความเร็วต้นของวัตถุ 2 ชิ้นที่มีการชนกัน ทั้งก่อนชนและหลังชน และการชนกันเป็นการชนแบบยืดหยุ่น

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

สร้างตารางเปรียบเทียบ ขนาดของความเร็วและทิศทางของรถทดลองคันที่ 1 และ 2 ทั้งก่อนชนและหลังชน ครบทั้งสองกรณี และบันทึกข้อมูลได้ถูกต้อง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สร้างตารางเปรียบเทียบขนาดของความเร็วของรถทดลองคันที่ 1 และ 2 ทั้งก่อนชนและหลังชน อย่างน้อย 1 กรณี	สร้างตารางเปรียบเทียบ ขนาดของความเร็วและทิศทางของรถทดลองคันที่ 1 และ 2 ทั้งก่อนชนและหลังชน ครบทั้งสองกรณี และบันทึกข้อมูลได้ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 5

สามารถสรุปได้ว่าในการชนกันของวัตถุ ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากันและเป็นการชนแบบยืดหยุ่น วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน**หรือ**ใกล้เคียง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สามารถสรุปได้ว่า 1. ในการชนกันของวัตถุ ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากัน **หรือ**เป็นการชนแบบยืดหยุ่น วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน **หรือ**	สามารถสรุปได้ว่า 1. ในการชนกันของวัตถุ ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากันและเป็นการชนแบบยืดหยุ่น วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน **หรือ**ใกล้เคียง **หรือ** **2.** ในการชนกันของวัตถุ ถ้าเป็นการชนกันของวัตถุที่มีมวลเท่ากันและเป็นการชนแบบยืดหยุ่น วัตถุไม่ได้แลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน โดยขนาดของความเร็วโดยรวมจะลดลง**หรือ**เนื่องจากมีการเสียพลังงาน

เหตุการณ์ที่ 3

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมากหรือไม่

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	ขณะนักกีฬาสเก็ตเหยียดแขนขนานกับลำตัวนักกีฬาจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่า**หรือ**หมุนตัวได้เร็วกว่าขณะกางแขนหรือไม่	วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมากหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

ถ้าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก แลกเปลี่ยนความเร็วซึ่งกันและกัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	1.ถ้านักกีฬาสเก็ตเหยียดแขนขนานกับลำตัวนักกีฬาจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่า**หรือ**หมุนตัวได้เร็วกว่าขณะกางแขน **หรือ** ถ้าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะหมุนได้เร็วกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก	ถ้าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อย 2 กรณี คือ กรณีที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก กับกรณีที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อย และอัตราเร็วเชิงมุม โดยสามารถวัดความถี่ในการหมุน หรือ คาบในการหมุนได้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อย 2 กรณี คือ กรณีที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก กับกรณีที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อย	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อย 2 กรณี คือ กรณีที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก กับกรณีที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อย และอัตราเร็วเชิงมุม โดยสามารถวัดความถี่ในการหมุน หรือ คาบในการหมุนได้

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

สร้างตารางเปรียบเทียบ ความถี่หรือคาบการหมุนของทั้งสองกรณี คือ กางแขนออกหรือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยมาก กับ หุบแขนขนานกับลำตัวหรือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยน้อย มีส่วนตารางเปรียบเทียบอัตราเร็วเชิงมุมในแต่ละกรณี

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สร้างตารางเปรียบเทียบความถี่หรือคาบการหมุนของทั้งสองกรณี คือ กางแขนออกหรือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยมาก กับ หุบแขนขนานกับลำตัวหรือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยน้อย	สร้างตารางเปรียบเทียบ ความถี่หรือคาบการหมุนของทั้งสองกรณี คือ กางแขนออกหรือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยมาก กับ หุบแขนขนานกับลำตัวหรือปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยน้อย มีส่วนตารางเปรียบเทียบอัตราเร็วเชิงมุมในแต่ละกรณี

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 5

สามารถสรุปผลได้ว่า วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สามารถสรุปผลได้ว่า วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีคาบในการหมุนที่น้อยกว่า **หรือ**มีความถี่ที่มากกว่า**หรือ**หมุนได้เร็วกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก	สามารถสรุปผลได้ว่า วัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยจะมีอัตราเร็วเชิงมุมที่มากกว่าวัตถุที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เหตุการณ์ที่ 4

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 1

การเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักจะทำให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากขึ้นหรือไม่

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	การเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักจะส่งผลต่อน้ำหนักที่สามารถรองรับได้หรือไม่**หรือ** การเพิ่มจำนวนตะปูหรือการเพิ่มจำนวนไข่ที่รองรับจะทำให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากขึ้นหรือไม่	การเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักจะทำให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากขึ้นหรือไม่

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 2

ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวที่รองรับน้ำหนักจะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	การเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักจะส่งผลต่อน้ำหนักที่สามารถรองรับได้**หรือ** การเพิ่มจำนวนตะปูหรือการเพิ่มจำนวนไข่ที่รองรับจะทำให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากขึ้น	ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวที่รองรับน้ำหนักจะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 3

กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ขนาดพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนัก กับ น้ำหนักที่สามารถรองรับได้ โดยควบคุมวัสดุที่ใช้รองรับน้ำหนักให้เป็นวัสดุชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ พื้นที่ผิวรองรับน้ำหนัก กับ น้ำหนักที่สามารถรองรับได้	กำหนดตัวแปรที่ศึกษาได้ครบถ้วน โดย มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ขนาดพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนัก กับ น้ำหนักที่สามารถรองรับได้ โดยควบคุมวัสดุที่ใช้รองรับน้ำหนักให้เป็นวัสดุชนิดเดียวกันขนาดเท่ากัน

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 4

สร้างตารางเปรียบเทียบ ขนาดพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักคือจำนวนแท่งไม้ กับ น้ำหนักที่สามารถรองรับคือจำนวนอิฐที่สามารถวางได้ ครบทุกกรณี

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สร้างตารางเปรียบเทียบ ขนาดพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักคือจำนวนแท่งไม้ กับ น้ำหนักที่สามารถรองรับคือจำนวนอิฐที่สามารถวางได้ เพียง 1 กรณี	สร้างตารางเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ผิวรองรับน้ำหนักคือจำนวนแท่งไม้ กับ น้ำหนักที่สามารถรองรับคือจำนวนอิฐที่สามารถวางได้ ครบทุกกรณี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แนวคำตอบข้อคำถามที่ 5

สามารถสรุปผลได้ว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวที่รองรับน้ำหนักจะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม	สามารถสรุปผลได้ว่า การเพิ่มจำนวนแท่งไม้ที่รองรับจะสามารถรองรับจำนวนก้อนอิฐที่วางได้มากขึ้น	สามารถสรุปผลได้ว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวที่รองรับน้ำหนักจะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

แนวคำตอบ

วิธีการตรวจให้คะแนน

แบบบันทึกคะแนน

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบ Knox

คำชี้แจง 1. เกณฑ์การให้คะแนนตามแบบ Knox แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือ 0 คะแนน, 1 คะแนน และ 2 คะแนน

2. ให้ผู้ตรวจใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามแบบ Knox พิจารณาคำตอบของนักเรียนแล้วตัดสินคะแนนตามคุณภาพของคำตอบโดยใส่คะแนนลงในช่องตาราง

ข้อคำถามที่ / ลำดับที่	เหตุการณ์ที่ 1					เหตุการณ์ที่ 2					เหตุการณ์ที่ 3					เหตุการณ์ที่ 4					คะแนนรวม (40 คะแนน)
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1.																					
2.																					
3.																					

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุภชิต ผดุงผล เกิดเมื่อวันที่ 27 เมษายน 2534 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา วิชาเอกฟิสิกส์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556 และศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University