

การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา  
มิถุนายน 2563  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพระนคร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นหนึ่งในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา มหบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษาของมหาวิทยาลัยนเรศวร



.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวานิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2563

มหาวิทยาลัยนเรศวร

## ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความรู้ความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วย ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาให้ คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำ การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และอาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านที่ได้มอบความรู้ต่าง ประสบการณ์ และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตยาภาณุจณ์ ไตพิทักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณางษ์ ดร.ธีรพงศ์ จุลสายพันธ์ คุณครูสรวิศ พรหมอ่อน และคุณครูหิรัญญา แก้วโก ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษา ค้นคว้าครั้งนี้

ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ที่ให้ความร่วมมือการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณเพื่อนและรุ่นพี่ในภาควิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา ที่ได้ให้กำลังใจความช่วยเหลือในการทำ การค้นคว้าอิสระครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคนรอบข้าง ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

สุเมธาวี ชันทอง

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้ศึกษาค้นคว้า	สุเมธาวี ชันทอง
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำทิพย์ อองอาจวานิชย์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ, สมรรถนะวิทยาศาสตร์, วิชาฟิสิกส์

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 362 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบประเมินความเหมาะสมของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิจัยพบว่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ คุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบเป็นข้อสอบเขียนตอบและเลือกตอบ และสอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ โดยข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์มีคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าความยากตั้งแต่ 0.20 – 0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32 – 0.91 มีความเชื่อมั่น 0.940 และความตรงเชิงโครงสร้างโดยพิจารณาจากคะแนนสอบระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มผู้มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มผู้มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05



**Title** DEVELOPING OF ITEM SPECIFICATIONS FOR SCIENTIFIC COMPETENCIES IN PHYSICS FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS

**Authors** Sumethawee Khanthong

**Advior** Assistant Professor Dr. Namthip Ongardwanich

**Academic Paper** Independent Study M.Ed. in Educational Research and Evaluation, Naresuan University, 2019

**Keywords**



ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop and verify the qualification of the item specifications for scientific competencies in physics and 2) to develop and verify the quality of the item scientific competencies in physics. The sample consisted of 362 students. The instruments used were the evaluation form to evaluate the item specifications for scientific competencies in physic, the assessment form of the item for scientific competencies in physic and item for scientific competencies in physics.

The research findings were as follows: item specifications include main behavior, sub behavior, learning unit, learning indicators, the purpose, test form, the question style, the correct answer, and the sample test. The quality of the item specifications in terms of accuracy, suitability and probability was in the high level. The quality of item scientific competencies 35 item was shown by content validity with IOC indices ranged from 0.60 to 1.00, indices of difficulty ranged from 0.20 to 0.72, discrimination power ranged from 0.32 to 0.91 reliability scale was 0.940 and construct validity by considering from the exam scores between groups was the group with high scientific competencies had higher average scores than those with low scientific competencies was which statistically significant difference at .05 levels.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ความสำคัญของการศึกษา.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรแกนกลางกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560).....	9
แนวคิดสมรรถนะวิทยาศาสตร์.....	35
แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของข้อสอบ.....	38
แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและหาคุณภาพของข้อสอบ.....	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	58
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	62
ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล.....	62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	63
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้.....	71

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	74
ผลการวิจัย ตอนที่ 1การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	74
ผลการวิจัย ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	85
5 บทสรุป.....	100
สรุปผลการวิจัย.....	100
อภิปรายผล.....	103
ข้อเสนอแนะ.....	108
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	112
ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า.....	184

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2.....	11
2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.3.....	19
3 แสดงประเภทของความเชื่อมั่น ความหมาย และวิธีการประมาณค่า.....	57
4 แสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....	63
5 แสดงรายละเอียดของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	65
6 แสดงจำนวนข้อสอบที่พัฒนาตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบโดยแบ่งตามความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์.....	67
7 แสดงผลการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหน่วยการเรียนรู้.....	69
8 แสดงรายละเอียดลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	74
9 แสดงผลการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	76
10 แสดงผลการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์.....	78
11 แสดงผลการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามตัวชี้วัด.....	85
12 แสดงผลรูปแบบข้อสอบ และคะแนนของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	86
13 แสดงผลการพัฒนาข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบฟิสิกส์สมรรถนะ วิทยาศาสตร์ .....	88
14 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบข้อสอบสมรรถนะ วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	91



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 แสดงผลความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	94
16 แสดงค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	96
17 แสดงความตรงโครงสร้างของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	99



# สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	61
-------------------------------	----



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน 2561, หน้า 3) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ซึ่งโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยโครงการPISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้ผู้เรียนทุกคนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่างๆทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA เป็นการประเมินเพื่อให้ทราบว่านักเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ซึ่งผลของการประเมินจะเป็นคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ปัจจุบันวิชาฟิสิกส์พื้นฐานอยู่ในสาระของวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยสาขาวิชาฟิสิกส์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ฟิสิกส์ 1) เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ 2) เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี 3) เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้อันขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด 4) เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5) เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ 6) เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ 7) เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล 8) เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ 9) เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ทำให้เห็นว่าในปัจจุบัน เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์นั้นไม่ได้เน้นแค่นักเรียนมีความรู้เพียงอย่างเดียว แต่นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน และสามารถนำเนื้อหาและความรู้ที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้และต่อยอดให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม การประเมินผลนักเรียนที่ผ่านมานั้นการประเมินด้านความรู้ฟิสิกส์เป็นหลัก รวมถึงครูที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์มุ่งเน้นที่จะสอนเพียงแต่ความรู้ด้านเดียว เพื่อนำไปสอบเข้ามหาวิทยาลัย หรือสอบแข่งขัน ขาดการบูรณาการความรู้วิชาฟิสิกส์กับชีวิตจริง ทำให้ผลการประเมินส่วนใหญ่ที่ได้เป็นประเมินเพียงด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เท่านั้น ฮิวจ์ เดลลानी (2562) ได้กล่าวว่า การประเมินผลควรจะเป็นการวัดสมรรถนะและความสามารถในการเรียนรู้สิ่งใหม่ของนักเรียน และควรเป็นส่วนหนึ่งของโครงการหรือกิจกรรมในชั้นเรียนที่เกิดขึ้นตลอดปีการศึกษา ซึ่งความรู้เป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถ ความชำนาญในการใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่มีอยู่อย่างเชี่ยวชาญ ที่เรียกว่า สมรรถนะ แต่การทดสอบต่างๆในรายวิชาวิทยาศาสตร์บางส่วนก็ยังขาดการประเมินในด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2558) ได้กล่าวถึงสมรรถนะวิทยาศาสตร์ว่า ความสามารถของนักเรียนในการ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์(Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) โดยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานั้นจะสามารถนำนักเรียนไปสู่การเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อการตัวผู้เรียนอย่างแท้จริง ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานและส่งผลกระทบต่อทุกชีวิต ในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล ในอาชีพการงานและในสังคมวัฒนธรรมของทุก ๆ ชีวิต ทำให้บุคคลสามารถรับรู้ และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และ



เทคโนโลยีอย่างมีความรู้ ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก อย่างเต็มภาคภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25558)

ผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ปี ค.ศ. 2018 ของไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา กลุ่มโรงเรียนต่างๆ ที่ไม่ใช่กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มี และกลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย มีคะแนนด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ส่งผลต่อภาพลักษณ์การศึกษาและการประเมินผลของประเทศไทย เพราะทำให้ผู้เรียนยังไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ในด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาและการประเมินผลของประเทศไทยจึงต้องมีการพัฒนาอย่างมากเพื่อให้เป็นประเทศที่มีคุณภาพทางการศึกษาเทียบเท่ากับนานาชาติ ในปัจจุบันการประเมินผลภายในประเทศไทยที่ผ่านมานั้น ข้อมูลจากการประเมินผลต่างๆ โดยเฉพาะการประเมินในระดับโรงเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ ไม่ได้ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงความสามารถของนักเรียนด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์น้อยมาก รวมถึงผู้เรียนยังไม่ทราบถึงสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับตนเองว่ามีมากน้อยเพียงใด ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีเป้าหมายในการทำข้อสอบเพื่อให้ได้คะแนนที่ดีและเข้ามหาวิทยาลัยเพียงอย่างเดียว เนื่องจากที่ผ่านมากครูผู้สอนผู้เรียนเคยชินกับการประเมินผลในด้านความรู้เป็นหลัก และรูปแบบข้อสอบที่ส่วนใหญ่มีเป็นลักษณะตัวเลือก ครูผู้สอนจึงเป็นส่วนสำคัญสำหรับการประเมินผลเพื่อตีคุณค่าที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถที่แตกต่างกัน การประเมินผลที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ทั้งผู้เรียนได้ทราบถึงความถนัดและความสามารถของตนเอง และครูได้ทราบความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน และสามารถพัฒนาจุดบ่งพร่องของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถส่งเสริมความสามารถที่ผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ ครูผู้สอนทุกคนจึงควรเข้าใจหลักการวัดและประเมินผลซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) โดยการประเมินสมรรถนะที่ชัดเจนจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์ ซึ่งการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบเป็นระบบการเขียนข้อสอบให้มีความครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมทั้งเป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบให้มีความชัดเจน มีความเป็นปรนัย ทำให้สะดวกในการในการเขียนข้อสอบมากขึ้น ข้อสอบที่สร้างตามกรอบของลักษณะเฉพาะจึงมีประสิทธิภาพในการวัดพฤติกรรมต่างๆ ได้อย่างครอบคลุม (สุเทพ สันติวรานนท์, 2533)

ดังนั้นการประเมินผลเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และเกิดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ จะต้องมีการระบุสมรรถนะที่ชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด และเนื้อหาที่ครอบคลุม เพื่อให้เกิดการวัดประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง

จะต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ (วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ, 2560) ซึ่งใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ข้อสอบ โดยการพัฒนาข้อสอบจะต้องคำนึงถึงความตรงและความเที่ยงของข้อสอบอยู่เสมอ และเครื่องมือที่จะสามารถช่วยอำนวยความสะดวกและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะที่แท้จริง โดยเครื่องมือนี้เรียกว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ซึ่งเป็นเอกสารพื้นฐานที่ให้รายละเอียดในการสร้างข้อสอบ ลักษณะเฉพาะข้อสอบจะอธิบายเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ เพื่อความชัดเจนในการกำหนดคำถาม คำตอบ เพื่อให้เกิดการวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมยิ่ง (ณัฐพล สิทธิกุล, 2560) การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบในการประเมินระดับประเทศมีการกำหนดอยู่บ้าง แต่การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบระดับโรงเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สำหรับการประเมินผู้เรียนมีให้พบเห็นไม่มากนัก

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้ได้แนวทางที่ชัดเจนการสร้างข้อสอบที่จะใช้เป็นเครื่องมือการประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์ไปพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นแนวทางให้กับครูและบุคลากรอื่นที่สนใจในการพัฒนาข้อสอบที่มีคุณภาพ

### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

### ขอบเขตของงานวิจัย

#### ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ระยะที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

แหล่งข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิจัยและประเมินทางการศึกษา จำนวน 2 ท่าน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนรายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน

ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

1) ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาเขต 40 จำนวน 4,110 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาเขต 40 จำนวน 362 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งครอบคลุม 7 เรื่องในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ได้แก่

1. การเคลื่อนที่และแรง
2. แรงในธรรมชาติ
3. พลังงาน
4. ปรากฏการณ์ของคลื่นกล
5. เสียง
6. แสงสี
7. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ หมายถึง เอกสารที่ระบุ รายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีองค์ประกอบของลักษณะเฉพาะของ แบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ โดยภายใน ตัวอย่างข้อสอบจะมีการกำหนดแนวคำตอบ และเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อสอบ

2. ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ข้อคำถามที่สร้างขึ้นตาม ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้ทดสอบแต่ละคนได้แสดงพฤติกรรม ทางด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ได้แก่ การอธิบาย



ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหาและทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ที่มีอยู่อย่างเชี่ยวชาญของผู้ทดสอบในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง สามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดยความรู้ที่ใช้จะเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การออกแบบการทดลองควบคุมตัวแปร และเปลี่ยนแปลงตัวแปร การออกแบบค้นคว้าสาร และข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงผลอื่น ๆ ได้นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน

4. คุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความเหมาะสมของลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านความถูกต้อง หมายถึง ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง ชัดเจนตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดและมีความน่าเชื่อถือได้



2) ด้านความเหมาะสม หมายถึง ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีการดำเนินการตาม หลักการ คำนี้ถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งาน

3) ด้านความเป็นไปได้ หมายถึง ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง มีความคุ้มค่าในด้านประโยชน์ที่จะได้รับ

5. คุณภาพของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ที่ได้พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่มีคุณภาพระดับดี โดยการคุณภาพของข้อสอบมีดังต่อไปนี้

1) ความตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบแต่ละข้อที่ข้อสอบมีความสอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ และสามารถวัดได้ตรงตามสมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruency Index: IOC)

2) ความยากของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก โดยใช้เทคนิค 27%

3) อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถจำแนกผู้ทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม โดยผู้ที่ทำข้อสอบถูกเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงในข้อสอบข้อนั้น และผู้ที่ทำข้อสอบผิดมีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำในข้อสอบข้อนั้น โดยใช้เทคนิค 27%

4) ความเชื่อมั่นของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้ทดสอบได้อย่างแน่นอน โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

5) ความตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถวัดได้ตามโครงสร้างของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด เพื่อให้ได้กลุ่มที่มีลักษณะสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด และกลุ่มที่มีลักษณะตรงข้ามกับสิ่งที่ต้องการวัด

#### ความสำคัญของการศึกษา

ได้ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้ครูผู้สอนได้นำลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ เป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบสำหรับการวัดและประเมินผลนักเรียนทางด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
  - 1.1 เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
  - 1.4 คุณภาพของผู้เรียน
2. แนวคิดสมรรถนะวิทยาศาสตร์
3. แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
  - 3.1 ความหมายของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
  - 3.2 องค์ประกอบของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
  - 3.3 การหาคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและหาคุณภาพของข้อสอบ
  - 4.1 รูปแบบข้อสอบเลือกตอบ
  - 4.2 รูปแบบข้อสอบเขียนตอบ
  - 4.3 การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. หลักสูตรแกนกลางกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

### 1.1 เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

#### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม



### 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพที่มีลักษณะเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ว 2.2 และ มาตรฐาน 2.3 และมีรายละเอียดดังตาราง 1 และ ตาราง 2

#### สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.1	-	-
ป.2	-	-
ป.3	1. ระบุผลของแรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ จากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>การดึงหรือการผลักเป็นการออกแรงกระทำต่อวัตถุแรงมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุแรงอาจทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่โดยเปลี่ยนตำแหน่ง จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง</li> <li>การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้แก่ วัตถุที่อยู่นิ่งเปลี่ยนเป็นเคลื่อนที่ วัตถุที่กำลัง เคลื่อนที่ เปลี่ยนเป็นเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง หรือหยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่</li> </ul>
	2. เปรียบเทียบและยกตัวอย่างแรงสัมผัสและ แรงไม่สัมผัสที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>การดึงหรือการผลักเป็นการออกแรงที่เกิดจากวัตถุหนึ่งกระทำกับอีกวัตถุหนึ่ง โดยวัตถุทั้งสอง อาจสัมผัสหรือไม่ต้องสัมผัสกัน เช่น การออกแรง โดยใช้มือดึงหรือการผลักโต๊ะให้เคลื่อนที่เป็นการออกแรงที่วัตถุต้องสัมผัสกัน แรงนี้จึงเป็นแรงสัมผัสส่วนการที่แม่เหล็กดึงดูดหรือผลักระหว่างแม่เหล็กเป็นแรงที่เกิดขึ้นโดยแม่เหล็กไม่จำเป็นต้องสัมผัสกัน แรงแม่เหล็กนี้จึงเป็นแรงไม่สัมผัส</li> </ul>
	3. จำแนกวัตถุโดยใช้การดึงดูดกับแม่เหล็ก เป็นเกณฑ์จากหลักฐานเชิง	<ul style="list-style-type: none"> <li>แม่เหล็กสามารถดึงดูดสารแม่เหล็กได้</li> <li>แรงแม่เหล็กเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างแม่เหล็ก</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>ประจักษ์</p> <p>4. ระบุข้อแม่เหล็กและพยากรณ์ผลที่เกิดขึ้น ระหว่างข้อแม่เหล็กเมื่อนำมาเข้าใกล้กันจาก หลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>กับสารแม่เหล็ก หรือแม่เหล็กกับแม่เหล็ก แม่เหล็กมี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้ ขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักรัน ต่างชนิดกัน จะดึงดูดกัน</p>
ป.4	<p>1. ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>2. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ</p>	<p>• แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อ วัตถุมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และเป็นแรงไม่สัมผัสแรงดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุหนึ่งๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกและทำให้วัตถุมีน้ำหนัก วัตถุหนักของวัตถุได้จากเครื่องชั่งสปริง น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุโดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากวัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนักน้อย</p>
	<p>3. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>• มวล คือ ปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย</p>
ป.5	<p>1. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนว เดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีทีวัตถุอยู่นิ่ง จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>2. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>3. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ</p>	<p>• แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกัน แต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์</p> <p>• การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		สามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
	4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวหนึ่ง
	5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	ให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวหนึ่งก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดนิ่ง
ป.6	1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขจัดโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	• วัตถุ 2 ชนิดที่ผ่านการขจัดแล้ว เมื่อนำเข้าใกล้กันอาจดึงดูดหรือผลักกัน แรงที่เกิดขึ้นนี้เป็นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัส เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ ที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้านลบ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันผลักกัน ชนิดตรงข้ามกัน ดึงดูดกัน
ม.1	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	• เมื่อวัตถุอยู่ในอากาศจะมีแรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุ ในทุกทิศทางแรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุ ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของวัตถุนั้น แรงที่อากาศกระทำตั้งฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันอากาศ • ความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงจากพื้นโลก โดยบริเวณที่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปอากาศเบาบางลง มวลอากาศน้อยลง ความดันอากาศก็จะลดลง
	1. พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ ในแนว	• แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์เมื่อมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำต่อวัตถุแล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่



ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		สามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
	4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่หนึ่งบนพื้นผิวหนึ่ง
	5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	ให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดนิ่ง
ป.6	1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขจัดโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	• วัตถุ 2 ชนิดที่ผ่านการขจัดแล้ว เมื่อนำเข้าใกล้กันอาจดึงดูดหรือผลักกัน แรงที่เกิดขึ้นนี้เป็นแรงไฟฟ้าซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัส เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ ที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันผลักกัน ชนิดตรงข้ามกัน ดึงดูดกัน
ม.1	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	• เมื่อวัตถุอยู่ในอากาศจะมีแรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทางแรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของวัตถุนั้น แรงที่อากาศกระทำตั้งฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เรียกว่า ความดันอากาศ • ความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงจากพื้นโลก โดยบริเวณที่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปอากาศเบาบางลง มวลอากาศน้อยลง ความดันอากาศก็จะลดลง
	1. พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ ในแนว	• แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์เมื่อมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำต่อวัตถุแล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่



## ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>เดียวกันจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>2. เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจาก แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน</p> <p>3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดัน ของของเหลว</p>	<p>แต่ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทาง โดยแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่าความดันของของเหลว</li> <li>• ความดันของของเหลวมีความสัมพันธ์กับความลึก จากระดับผิวน้ำของของเหลว โดยบริเวณที่ลึกลงไปจากระดับผิวน้ำของของเหลวมากขึ้น ความดันของของเหลวจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากของเหลวที่อยู่ลึกกว่า จะมีน้ำหนักของของเหลวด้านบนกระทำมากกว่า</li> </ul>
	<p>4. วิเคราะห์แรงพยุงและการจม การลอยของวัตถุในของเหลวจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>5. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ ในของเหลว</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลว จะมีแรงพยุงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุโดยมีทิศขึ้นในแนวตั้ง การจมหรือการลอยของวัตถุขึ้นกับน้ำหนักของวัตถุและแรงพยุง ถ้าน้ำหนักของวัตถุและแรงพยุงของของเหลวมีค่าเท่ากัน วัตถุจะลอยนิ่งอยู่ในของเหลว แต่ถ้าน้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าแรงพยุงของของเหลววัตถุจะจม</li> </ul>
	<p>6. อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียก แรงเสียดทานสถิต แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้น เคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง เรียกแรงเสียดทานจลน์</li> </ul>
	<p>7. ออกแบบการทดลองและทดลอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ขนาดของแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของ</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน	วัตถุ ขึ้นกับลักษณะผิวสัมผัสและขนาดของ แรง ปฏิกริยาดังฉากระหว่างผิวสัมผัส
	8. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทาน และแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ	• กิจกรรมในชีวิตประจำวันบางกิจกรรมต้องการ แรงเสียดทาน เช่น การเปิดฝาเกลียวขวดน้ำ การใช้แผ่นกันลื่นในห้องน้ำ บางกิจกรรม ไม่
	9. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ เรื่องแรงเสียดทาน โดยวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะ วิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็น ประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมใน ชีวิตประจำวัน	ต้องการแรงเสียดทาน เช่น การลากวัตถุบนพื้น การใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์
	10. ออกแบบการทดลองและทดลอง ด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบาย โมเมนต์ของแรง เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพ สมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้ สมการ $M = Fl$	• ความรู้เรื่องแรงเสียดทานสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
		• เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยไม่ผ่านศูนย์กลาง มวลของวัตถุจะเกิดโมเมนต์ของแรง ทำให้วัตถุ หมุนรอบศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น
		• โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อ วัตถุกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับ แนวแรง เมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็น ศูนย์ วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน โดย โมเมนต์ของแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาจะมี ขนาด เท่ากับโมเมนต์ของแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา
		• ขงเล่นหลายชนิดประกอบด้วยอุปกรณ์หลาย ส่วนที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง ความรู้เรื่อง โมเมนต์ของแรงสามารถนำไปใช้ออกแบบและ ประดิษฐ์ของเล่นได้
	11. เปรียบเทียบแหล่งของ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และ สนามโน้มถ่วง และทิศทาง ของแรงที่	• วัตถุที่มีมวลจะมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบแรง โน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงจะมี ทิศพุ่งเข้าหาวัตถุที่เป็นแหล่งของสนามโน้มถ่วง

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแต่ละสนาม จากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าจะมีสนามไฟฟ้าอยู่โดยรอบ แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อวัตถุที่มีประจุจะมีทิศพุ่ง เข้าหาหรือออกจากวัตถุที่มีประจุที่เป็นแหล่งของ สนามไฟฟ้า</li> </ul>
12.	เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำ ต่อวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• วัตถุที่เป็นแม่เหล็กจะมีสนามแม่เหล็กอยู่ โดยรอบ แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อขั้วแม่เหล็กจะมี ทิศ พุ่งเข้าหาหรือออกจากขั้วแม่เหล็กที่เป็นแหล่ง ของสนามแม่เหล็ก</li> </ul>
13.	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของแรง แม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำ ต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ กับระยะห่างจาก แหล่งของสนามถึงวัตถุจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ขนาดของแรงโน้มถ่วง แรงไฟฟ้า และแรง แม่เหล็ก ที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ จะมี ค่าลดลง เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากแหล่งของสนามนั้น ๆ มากขึ้น</li> </ul>
14.	อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยใช้สมการ $v = s/t$ และ $\bar{v} = s/t$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นการเปลี่ยนตำแหน่ง ของวัตถุเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง โดยมีปริมาณ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ซึ่งมีทั้งปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์เช่น ระยะทาง อัตราเร็ว การ</li> </ul>
15.	เขียนแผนภาพแสดงการกระจัด และความเร็ว	<ul style="list-style-type: none"> <li>กระจัด ความเร็ว ปริมาณสเกลาร์ เป็นปริมาณที่มี ขนาด เช่น ระยะทาง อัตราเร็ว ปริมาณเวกเตอร์ เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาด และทิศทาง เช่น การ กระจัด ความเร็ว</li> <li>• เขียนแผนภาพแทนปริมาณเวกเตอร์ได้ด้วย ลูกศร โดยความยาวของลูกศรแสดงขนาดและหัว ลูกศร แสดงทิศทางของเวกเตอร์นั้น ๆ</li> <li>• ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์โดยระยะทาง เป็น ความยาวของเส้นทางที่เคลื่อนที่ได้</li> <li>• การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์โดยการกระจัด</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>มีทิศจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย และมีขนาดเท่ากับระยะที่สั้นที่สุดระหว่างสองตำแหน่งนั้น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์โดยอัตราเร็วเป็นอัตราส่วนของระยะทางต่อเวลา</li> <li>ความเร็วปริมาณเวกเตอร์มีทิศเดียวกับทิศของการกระจัด โดยความเร็วเป็นอัตราส่วนของ การกระจัดต่อเวลา</li> </ul>
ม.3	-	-
ม.4	-	-
ม.5	<p>1. วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนความเร็ว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็นอัตราส่วนของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลาและเป็นปริมาณเวกเตอร์ในกรณีที่วัตถุที่อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัววัตถุนั้นมีความเร่งเป็นศูนย์</li> <li>วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศเดียวกัน และมีความเร็วลดลง ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศตรงกันข้าม</li> </ul>
	<p>2. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง โดยแรงทุกแรงอยู่ในระนาบเดียวกันสามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นได้โดยรวมแบบเวกเตอร์</li> </ul>
	<p>3. สังเกต วิเคราะห์และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อมีแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ</li> </ul>
	<p>4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงกิริยา</li> </ul>



ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	แรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	และแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน เกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อน แต่มีทิศทางตรงข้าม
5.	สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุ ได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่งไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตกแบบเสรีการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่ง มีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่แรงลัพธ์เป็นศูนย์เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่งสมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่น</li> </ul>
6.	สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวล จะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุแรงนี้นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆเช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก</li> </ul>
7.	สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็ก เนื่องจากกระแสไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> <li>กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณรอบแนวการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า หากทิศทางของสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้จากกฎมือขวา</li> </ul>
8.	สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก หรือมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ โดยกระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐาน</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	ในการสร้างมอเตอร์
	9. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้ง ยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	• เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
	10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	• ภายในนิวเคลียสมีแรงเข้มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้ อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส นอกจากนี้ ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้ อธิบายการสลายให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี
ม.6		-

## สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.1	1. บรรยายการเกิดเสียงและทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงจากหลักฐานเชิงประจักษ์	• เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุวัตถุที่ทำให้เกิดเสียง เป็นแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งมีทั้งแหล่งกำเนิดเสียง ตามธรรมชาติและแหล่งกำเนิดเสียงที่มนุษย์สร้างขึ้น เสียงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทาง
ป.2	1. บรรยายแนวการเคลื่อนที่ของแสงจาก แหล่งกำเนิดแสง และอธิบายการมองเห็นวัตถุ จากหลักฐานเชิงประจักษ์	• แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดแสงทุกทิศทางเป็นแนวตรง เมื่อมีแสงจากวัตถุมาเข้าตาจะทำให้มองเห็นวัตถุนั้น การมองเห็นวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงแสงจากวัตถุนั้นจะเข้าสู่ตา

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. ตระหนักในคุณค่าของความรู้ของการมองเห็น โดยเสนอแนะแนวทางการป้องกันอันตรายจากการมองเห็นวัตถุที่อยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่าง ไม่เหมาะสม	โดยตรง ส่วนการมองเห็นวัตถุที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง ต้องมี แสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปกระทบวัตถุแล้ว สะท้อนเข้าตา ถ้ามีแสงที่สว่างมาก ๆ เข้าสู่ตา อาจเกิดอันตรายต่อตาได้จึงต้องหลีกเลี่ยงการมองหรือใช้แผ่นกรองแสงที่มีคุณภาพ เมื่อจำเป็น และต้องจัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอ่านหนังสือ การดูจอโทรทัศน์การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ และแท็บเล็ต
ป.3	1. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานเป็นปริมาณที่แสดงถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานมีหลายแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง พลังงานเสียง และพลังงานความร้อน โดย พลังงานสามารถเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็น อีกพลังงานหนึ่งได้เช่น การดูมือจนรู้สึกร้อน เป็นการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน แฉงเซลล์สุริยะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานอื่น</li> </ul>
	2. บรรยายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ ระบุแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้า จากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไฟฟ้าผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติหลายแหล่ง เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ พลังงานจากแก๊สธรรมชาติ</li> </ul>
	3. ตระหนักในประโยชน์และโทษของไฟฟ้า โดย นำเสนอวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด และ ปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การใช้ไฟฟ้านอกจากต้องใช้อย่างถูกวิธีประหยัดและคุ้มค่าแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย</li> </ul>
ป.4	3. จำแนกวัตถุโดยใช้การตั้งดูกับแม่เหล็ก เป็นเกณฑ์จากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อมองสิ่งต่างๆโดยมีวัตถุต่างชนิดกันมาใกล้กันแสงจะทำให้ลักษณะการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ชัดเจนต่างกัน จึงจำแนกวัตถุที่มากันออกเป็นตัวกลางโปร่งใสซึ่งทำให้มองเห็นสิ่งต่างๆได้ชัดเจน</li> </ul>
	4. ระบุข้อแม่เหล็กและพยากรณ์ผลที่	



ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	เกิดขึ้น ระหว่างชั่วโมงหลักเมื่อนำมา เข้าใกล้กันจาก หลักฐานเชิงประจักษ์	ตัวกลางโปร่งแสงทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ ไม่ชัดเจน และวัตถุทึบแสงทำให้มองไม่เห็นสิ่ง ต่าง ๆ นั้น
ป.5	1. อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลาง จากหลักฐาน เชิงประจักษ์	• การได้ยินเสียงต้องอาศัยตัวกลาง โดยอาจเป็น ของแข็ง ของเหลว หรืออากาศ เสียงจะส่งผ่าน ตัวกลางมายังหู
	2. ระบุตัวแปร ทดลอง และอธิบาย ลักษณะและ การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	• เสียงที่ได้ยินมีระดับสูงต่ำของเสียงต่างกันขึ้นกับ ความถี่ของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง โดยเมื่อ
	3. ออกแบบการทดลองและอธิบาย ลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียง ค่อย	แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยความถี่ต่ำจะเกิดเสียงต่ำ แต่ถ้าสั่นด้วยความถี่สูงจะเกิดเสียงสูง ส่วน เสียง ดัง ค่อยที่ได้ยินขึ้นกับพลังงานการสั่นของ
	4. วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัด ระดับเสียง	แหล่งกำเนิดเสียง โดยเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่น ด้วย พลังงานมากจะเกิดเสียงดังแต่ถ้า
	5. ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่อง ระดับเสียง โดยเสนอแนะแนวทางใน การหลีกเลี่ยงและลด มลพิษทางเสียง	แหล่งกำเนิดเสียง สั่นด้วยพลังงานน้อยจะเกิด เสียงค่อย • เสียงดังมาก ๆ เป็นอันตรายต่อการได้ยินและ เสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญเป็นมลพิษทางเสียง เดซิเบลเป็นหน่วยที่บอกถึงความดังของเสียง
ป.6	1. ระบุส่วนประกอบและบรรยาย หน้าที่ของแต่ละ ส่วนประกอบของ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจาก หลักฐานเชิง ประจักษ์	• แรงลัพท์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุโดย แรงลัพท์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกัน จะ มีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรง ทั้ง สองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกัน แต่จะ
	2. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้า อย่างง่าย	มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง เมื่อแรงทั้ง สองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทาง ตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่หนึ่งแรงลัพท์ที่ กระทำต่อวัตถุมีค่า เป็นศูนย์ • การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ สามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดง



ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
	4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดย ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่หนึ่งบนพื้นผิวหนึ่ง ให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็ต้าน การเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดนิ่ง
	5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	
ป.6	1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจาก วัตถุที่ผ่านการขจัดดู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	• วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น
	3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่ เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของ การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม	เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาต่อเรียงกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับ ขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย
	4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	
	5. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้า แบบอนุกรมและแบบ	• การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอด หลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกทำให้หลอดไฟฟ้า ที่เหลือดับทั้งหมด ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้า แบบ

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ชานาน 6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อ หลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบชานาน โดยบอกประโยชน์ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน	ชานาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังคงสว่างได้ การต่อ หลอดไฟฟ้าแต่ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้านจึงต้อง ต่อ หลอดไฟฟ้าแบบชานาน เพื่อเลือกใช้ หลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ
	7. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจาก หลักฐานเชิงประจักษ์ 8. เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดง การเกิด เงามืดเงามัว	• เมื่อนำวัตถุทึบแสงมาบังแสงจะเกิดเงาบนฉาก รับแสงที่อยู่ด้านหลังวัตถุโดยเงามีรูปร่างคล้าย วัตถุที่ทำให้เกิดเงา เงามัวเป็นบริเวณที่มีแสง บางส่วนตกลงบนฉาก ส่วนเงามืดเป็นบริเวณ ที่ไม่มีแสงตกลงบนฉากเลย
ม.1	1. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และคำนวณ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยน สถานะ โดยใช้สมการ $Q = MC\Delta t$ และ $Q = ML$ 2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัด อุณหภูมิของสสาร	• เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้ สสารเปลี่ยนอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะ หรือเปลี่ยน รูปร่าง • ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิ ที่ เปลี่ยนไป • ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ ขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่ สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง
	3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการ ขยายตัวหรือ หดตัวของสสาร เนื่องจากได้รับหรือสูญเสีย ความร้อน 4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ ของการหด และขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะ วิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาใน	• ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้ อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัวแต่ เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาค เคลื่อนที่ ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว • ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้าน ต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำ

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ชีวิตประจำวัน	เทอร์โมมิเตอร์
	5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสอง มีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน</li> <li>• เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับ ความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน</li> </ul>
	6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และ การแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลาง ไม่เคลื่อนที่การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลาง เคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง</li> </ul>
	7. ออกแบบ เลือกใช้และสร้าง อุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบ ระบายความร้อนในอาคาร</li> </ul>
ม.2	1. วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงาน และกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = w/t$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยแรงอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ จะเกิดงาน งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของแรงและระยะทางในแนวเดียวกับแรง</li> <li>• งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลัง</li> </ul>



## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2.	วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้	หลักการ ของงานนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้แก่คาน พื้นเอียงรอกเดี่ยวลิ่ม สกรูล้อและเฟลาซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ
3.	ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของ เครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์ และการประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	ในชีวิตประจำวัน
4.	ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวล และอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้อง กับตำแหน่งของวัตถุจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้น กับมวล และตำแหน่งของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ใน สนามโน้มถ่วง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็น พลังงานกล</li> </ul>
5.	แปลความหมายข้อมูลและอธิบาย การเปลี่ยน พลังงานระหว่างพลังงาน ศักย์โน้มถ่วงและ พลังงานจลน์ของ วัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุ มีค่าคง ตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงาน จลน์ เป็นพลังงานกล พลังงานศักย์โน้มถ่วงและ พลังงานจลน์ของวัตถุหนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยน กลับไปมาได้โดยผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานจลน์มีค่าคงตัว นั่นคือพลังงานกล ของวัตถุมีค่าคงตัว</li> </ul>
6.	วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบาย การเปลี่ยน และการถ่ายโอนพลังงาน โดยใช้ กฎการอนุรักษ์พลังงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานรวมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งอาจเปลี่ยน จากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง เช่น พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงาน จลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสง เนื่องมาจากแรงเสียดทาน พลังงาน เคมีในอาหารเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ใช้ในการ ทำงานของสิ่งมีชีวิต</li> <li>นอกจากนี้พลังงานยังสามารถถ่ายโอนไปยังอีก</li> </ul>



## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ระบบหนึ่งหรือได้รับพลังงานจากระบบอื่นได้ เช่น การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร การถ่ายโอนพลังงานของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง ไปยังผู้ฟัง ทั้งการเปลี่ยนพลังงานและการถ่ายโอนพลังงาน พลังงานรวมทั้งหมดยังมีค่าเท่าเดิม ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
ม.3	<p>1. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ <math>V = IR</math> จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>2. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า</p> <p>3. ใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทาง ไฟฟ้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าครบวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าออกจากขั้วบวกผ่านวงจรไฟฟ้าไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งวัดค่าได้จากแอมมิเตอร์</li> <li>ค่าที่บอกความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย ประจระหว่างจุด 2 จุด เรียกว่า ความต่างศักย์ ซึ่งวัดค่าได้จากโวลต์มิเตอร์</li> <li>ขนาดของกระแสไฟฟ้ามีค่าแปรผันตรงกับ ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า มีค่าคงที่ เรียกค่าคงที่นี้ว่า ความต้านทาน</li> </ul>
	<p>4. วิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัว แบบอนุกรมและแบบขนานจากหลักฐาน เชิงประจักษ์</p> <p>5. เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดง การต่อตัวต้านทาน แบบอนุกรมและขนาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ไฟฟ้า แต่ละชิ้นมีความต้านทาน ในการต่อตัวต้านทานหลายตัว มีทั้งต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน</li> <li>การต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมใน วงจรไฟฟ้า ความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทาน แต่ละตัวมีค่าเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว โดยกระแสไฟฟ้า ที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน</li> </ul>
	6. บรรยายการทำงานของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ อย่างง่ายในวงจรจาก	<ul style="list-style-type: none"> <li>การต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบขนานใน วงจรไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านวงจรมีค่าเท่ากับ</li> </ul>

## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ข้อมูลที่รวบรวมได้		ผลรวม ของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละ
7. เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วน		ตัว โดยความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า		มีค่าเท่ากัน
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีหลายชนิดเช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ตัวเก็บประจุโดยชิ้นส่วน แต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกันเพื่อให้วงจร ทำงานได้ตามต้องการ</li> <li>ตัวต้านทานทำหน้าที่ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า ไดโอดทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้า ผ่านทางเดียว ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ปิดหรือเปิดวงจรไฟฟ้าและควบคุมปริมาณ กระแสไฟฟ้า ตัวเก็บประจุทำหน้าที่เก็บและ คายประจุไฟฟ้า</li> <li>เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดที่ทำงานร่วมกัน การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยเลือกใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมตามหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้น ๆ จะสามารถทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานได้ตามต้องการ</li> </ul>
8. อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ $W = P/t$ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ ไฟฟ้าในบ้าน		<ul style="list-style-type: none"> <li>เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่ากำลังไฟฟ้าและความต่างศักย์ กำกับไว้กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็นโวลต์ค่าไฟฟ้าส่วนใหญ่คิดจาก พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งหาได้จากผลคูณ ของกำลังไฟฟ้า ในหน่วยกิโลวัตต์กับเวลาในหน่วยชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ ชั่วโมง หรือหน่วย</li> </ul>
9. ตระหนักในคุณค่าของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า อย่างประหยัดและปลอดภัย		<ul style="list-style-type: none"> <li>วงจรไฟฟ้าในบ้านมีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนานเพื่อให้ความต่างศักย์เท่ากัน การใช้เครื่องใช้</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันต้องเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน และการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด
	10. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่น และบรรยายส่วนประกอบของคลื่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>คลื่นเกิดจากการส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง และไม่อาศัยตัวกลาง ในคลื่นกล พลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลางโดยอนุภาคของตัวกลาง ไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบ ที่ซ้ำกัน บรรยายได้ด้วยความยาวคลื่น ความถี่ แอมพลิจูด</li> </ul>
	11. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัม คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลาง ในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น</li> </ul>
	12. ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการใช้ ประโยชน์ในด้านต่างๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่างๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรดแสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไป ใช้ประโยชน์ได้</li> <li>เลเซอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียว เป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสาร มีการใช้เลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่าน เส้นใยนำแสง โดยอาศัยหลักการการสะท้อนกลับหมด ของแสง</li> <li>ด้านการแพทย์ใช้ในการผ่าตัด</li> </ul>

## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง และสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ อาจทำลายเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้ เมื่อได้รับรังสีแกมมาในปริมาณสูง</li> </ul>
	13. ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบาย กฎการสะท้อนของแสง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นที่ไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีตกกระทบเส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ภาพจากกระจกเงาเกิดจากรังสีสะท้อนตัดกันหรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกัน จะเกิดภาพเสมือน</li> </ul>
	14. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดง การเกิดภาพจากกระจกเงา	
	15. อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลาง โปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐาน เชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน เช่น อากาศและน้ำ อากาศและแก้ว จะเกิดการหักเห หรืออาจเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ การหักเหของแสงผ่านเลนส์ทำให้เกิดภาพที่มีชนิดและขนาดต่าง ๆ</li> </ul>
	16. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่างๆ เรียกว่า สเปกตรัมของแสงขาว เมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางใด ๆ ที่ไม่ใช่อากาศ จะมีอัตราเร็วต่างกัน จึงมีการหักเหต่างกัน</li> </ul>
	17. อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง และการ ทำงานของทัศน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบาย ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง เช่น รุ้ง มिरาจ</li> </ul>



ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	อุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวม ได้ 18. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการ เกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา	และ อธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์เช่น แว่นขยาย กระจกโค้งจระจกร กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์และแว่นสายตา • ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตายาว เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดีจึงต้องใช้เลนส์ ในการแก้ไขเพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติโดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคน สายตายาวใช้เลนส์นูน
	19. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตาจาก ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น 20. วัดความสว่างของแสงโดยใช้ อุปกรณ์วัด ความสว่างของแสง 21. ตระหนักในคุณค่าของความรู้ เรื่อง ความสว่าง ของแสงที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาและเสนอแนะการจัดความ สว่าง ให้เหมาะสมในการทำกิจกรรม ต่าง ๆ	• ความสว่างของแสงมีผลต่อดวงตามนุษย์การใช้ สายตาในสภาพแวดล้อมที่มีความสว่างไม่เหมาะสม จะเป็นอันตรายต่อดวงตา เช่น การดู วัตถุในที่มืด ความสว่างมากหรือน้อยเกินไป การ จ้องดู หน้าจอภาพเป็นเวลานาน ความสว่างบน พื้นที่ได้รับแสง มีหน่วยเป็นลักซ์ความรู้เกี่ยวกับความ สว่าง สามารถนำมาใช้จัดความสว่างให้เหมาะสม กับ การทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดความสว่าง ที่เหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือ
ม.4	-	-
ม.5	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงาน นิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน และ ความสัมพันธ์ระหว่างมวล กับ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน และฟิวชัน	• พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน หรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์โดยฟิชชันเป็น ปฏิกริยา ที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็น นิวเคลียสที่มี มวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็น ปฏิกริยาที่นิวเคลียส ที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิด เป็นนิวเคลียสที่มีมวล มากขึ้น พลังงานนิวเคลียร์ที่ ปลดปล่อยออกมาจาก ฟิชชันและฟิวชัน มีค่า

## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		เป็นไปตามความสัมพันธ์ ระหว่างมวลกับพลังงาน
2. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพ และความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย		<ul style="list-style-type: none"> <li>การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ</li> <li>เทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ช่วยให้การใช้ พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น</li> </ul>
3. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น		<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิด การสะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน จะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบน เมื่อคลื่นสองขบวนมาพบกันจะเกิดการรวมคลื่น เกิดรูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันแล้วจะแยกกัน โดยแต่ละคลื่น ยังคงมีรูปร่างและทิศทางเดิม</li> </ul>
4. สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติการสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง		<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุดกระตุ้น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติถ้ามีแรงกระตุ้นวัตถุที่กำลังสั่นด้วยความถี่ของการ ออกแรงตรงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้องของอาคารสูง การสั่นพ้องของสะพาน การสั่นพ้องของเสียง ในเครื่องดนตรีประเภทเป่า</li> </ul>
5. สังเกต และอธิบายการสะท้อน		<ul style="list-style-type: none"> <li>เสียงมีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและ</li> </ul>

## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง	การรวมคลื่นเช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ
6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่ กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกเสียงสูง เสียงต่ำ โดยความถี่ที่คนได้ยินมีค่าอยู่ระหว่าง 20-20,000 เฮิรตซ์ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกความดังของเสียงซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตกตั้งจาก บนพื้นที่หนึ่งหน่วยในหนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่มีความดังมากเกินไปเป็นอันตรายต่อหู</li> </ul>
7. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์และการสั่นพ้องของเสียง		<ul style="list-style-type: none"> <li>• เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทางไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังผู้ฟัง ถ้าผู้ฟังได้ยินเสียง ที่ออกจากแหล่งกำเนิดและเสียงที่สะท้อนกลับมาแยกจากกัน เสียงที่ได้นี้เป็นเสียงสะท้อนกลับ</li> <li>• เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียงกันมารวมกันจะเกิดบีต</li> <li>• เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ผู้ฟังเคลื่อนที่ หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์</li> <li>• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่ เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง</li> </ul>
8. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้ เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวด์ใช้ในการแพทย์ บีตของเสียงในการปรับเทียบ เสียงของเครื่องดนตรีการสั่นพ้องของเสียงใช้ ในการออกแบบเครื่องดนตรีและอธิบายการ เปล่งเสียงของมนุษย์</li> </ul>



## ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
9.	สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสี โดยขึ้นกับสารสีบนผิววัตถุและสะท้อนแสงสีที่เหลือออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่สะท้อนออกมา ความผิดปกติ ในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวยบนจอตา</li> </ul>
10.	สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสีและ การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางสีผ่านออกไปได้ และกั้นบางแสงสี</li> <li>การผสมแสงสีทำได้แสงสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว</li> <li>การผสมสารสีทำได้สารสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณที่เท่ากันมาผสมกันจะได้สารสีผสมเป็นสีดำ</li> <li>การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง</li> </ul>
11.	สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> <li>คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยสนามทั้งสองมีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น</li> <li>อุปกรณ์บางชนิดทำงานโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องถ่ายภาพ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องถ่ายภาพ การสั่นพ้องแม่เหล็ก</li> </ul>
12.	สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ</li> </ul>



ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	เปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	<p>สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิด คือ แอนะล็อกและดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก</li> </ul>
ม.6	-	-

#### 1.4 คุณภาพผู้เรียน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อจบการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีคุณภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง สัมผัสการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพัทธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

## 2. แนวคิดสมรรถนะวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2560, หน้า 15) สมรรถนะวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง โดยการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นการ

ใช้เหตุผล การคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการเปลี่ยนสัญลักษณ์ (ใส่ข้อมูลตาราง แปรตาราง เป็นกราฟ ฯลฯ) การสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง และการสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล การคิดออกมาในรูปของตัวแบบตลอดจนการใช้คณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสามด้านหลักๆ ได้แก่

### 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์การแสดงผลออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวันการบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น โดยสรุปแล้ว สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้ เสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี โดยสามารถ ทำสิ่งต่อไปนี้

- 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
- 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

### 2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงผลออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสาระและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของ



งานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานของสื่อ เกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ว่า ข้อค้นพบ

จากงานวิจัยต่าง ๆ อาจมีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้นโดยสรุปแล้ว สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้  
2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้  
4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้  
5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

### 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุปนำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลสำหรับนักเรียนวัย 15 ปี สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้ง และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์



4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่นหนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

จากการศึกษาสมรรถนะวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวการประเมิน PISA เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ แปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

### 3. แนวคิดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

#### 3.1 ความหมายของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

ความหมายของลักษณะเฉพาะของข้อสอบมีนักวิชาการได้ให้ความหมาย ดังนี้

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) ระบุว่า คุณลักษณะของข้อสอบ เป็นระบบหรือกฎเกณฑ์อย่าง มีเหตุผลและชัดเจนในการกำหนดคำถาม กำหนดคำตอบที่ชัดเจนรัดกุม สมบูรณ์มีความเป็นปรนัย โดยนำพฤติกรรมมาสร้างเป็นพฤติกรรมย่อยที่ชัดเจนโดยเรียนว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สุมาลี จันทร์ชโล (2542) การใช้ลักษณะเฉพาะข้อสอบ (test-item specification) เป็นเทคนิคสำคัญในการจำกัด กรอบพฤติกรรมของผู้สอบ ซึ่งเป็นกฎทั่วไปในการเขียนข้อสอบแต่ละข้อที่จะวัดพฤติกรรมผู้เรียน ลักษณะเฉพาะของข้อสอบจะต้องอยู่ในกรอบของแบบทดสอบ (test specification) ลักษณะของ ข้อสอบจะบอกถึงสิ่งจำเป็นของข้อสอบข้อนั้นๆ เช่น ลักษณะของคำถาม ลักษณะของตัวเลือก อีกทั้ง ยังเป็นการลำดับรายละเอียดของกลุ่มเนื้อหาเชิงพฤติกรรม (behavioral domain) ที่จะถูกวัด ทำให้ ผู้สร้างข้อสอบสามารถเขียนข้อคำถามที่มีลักษณะเกี่ยวข้องเป็นเอกพันธ์กัน เนื่องจากข้อคำถามที่ เขียนอยู่ในกรอบของพฤติกรรมตามที่กำหนด

สายฝน วิบูลรังสรรค์ (2542) ให้ความหมายของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (item specification) ว่าหมายถึง การกำหนดรายละเอียดของข้อสอบ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูสามารถเขียน ข้อสอบได้รัดกุมชัดเจน ในจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน เพื่อให้ข้อสอบแต่ละข้อมีลักษณะของ คำถามแตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมที่ต้องการวัด พฤติกรรมย่อย คาอธิบาย ลักษณะคำถามและลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ การกำหนดลักษณะเฉพาะข้อสอบนี้ ผู้วิจัย เป็นผู้สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

เจษฎา ชมชื่น (2553) กล่าวว่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบ เป็นการจัดระเบียบ หรือ สร้างกฎเกณฑ์สำหรับการเขียนข้อสอบให้รัดกุม รอบคอบ เค้นขีด สมบูรณ์ ด้วยคุณภาพต่างๆ เช่น

มีเหตุผล เป็นปรนัย วัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ เป็นต้น ปกติการสร้างเช่นนี้จะอำนวยความสะดวก ต่อการผลิตข้อสอบ โดยช่วยสนับสนุนให้ครูมีการวางแผนสร้างข้อสอบอย่างพิถีพิถัน ตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่จะออกข้อสอบ กำหนดพฤติกรรมสำคัญที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมสาระสำคัญ โดยแตกออกเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และสร้างกฎเกณฑ์ของการกำหนด คำตอบอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาความหมายดังกล่าว จึงสรุปได้ว่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบ หมายถึง การกำหนดเงื่อนไขหรือ รายละเอียดของข้อสอบ ประกอบด้วย พฤติกรรมที่ต้องการวัด พฤติกรรมย่อย คำอธิบาย ลักษณะ คำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ

### 3.2 องค์ประกอบของลักษณะเฉพาะข้อสอบ

องค์ประกอบของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบจากหน่วยงานทางการศึกษา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

Florida Department of Education (2012) FCAT Test Item Specifications เป็นเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสัดส่วน ของแบบสอบวัดความรู้ตามมาตรฐานที่รัฐ Florida กำหนด ซึ่งออกแบบเพื่อวัดด้านการเขียน ด้านการอ่านและคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้สารสนเทศเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐาน รูปแบบสอบ และข้อสอบ การทดสอบ FCAT วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในด้านการเขียนสำหรับ นักเรียนเกรด 4, 8 และ 10 ด้านการอ่านและคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนเกรด 3 จนถึง 10 และด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนเกรด 5, 8 และ 11 โดยเป็นการวัดความก้าวหน้าของนักเรียนที่กำหนด ตามมาตรฐาน ลักษณะเฉพาะของแบบสอบนี้เป็นแหล่งข้อมูลทางเอกสารที่ระบุถึงพฤติกรรมหลักและพฤติกรรมย่อย เนื้อหาสาระ วัตถุประสงค์ของการทดสอบ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละมาตรฐาน รูปแบบของข้อสอบและแบบสอบ และข้อสอบตามมาตรฐาน ข้อจำกัดของเนื้อหา ระดับความซับซ้อนของข้อสอบ แนวทางการสร้างข้อสอบ การพัฒนาแบบสอบ โครงสร้างของแบบสอบ สัดส่วนและรูปแบบข้อสอบ เวลาการสอบ ความยาวของข้อสอบ ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ลักษณะการตอบ แนวทางการ พิจารณาข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนน และนิยามศัพท์ โดยเอกสารลักษณะเฉพาะของแบบสอบนี้ แบ่งตามระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้ออกข้อสอบและผู้ตรวจข้อสอบ อีกทั้งเป็น สารสนเทศให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ทราบเกี่ยวกับขอบเขตและบทบาทของ FCAT

Indiana Department of Education (2018) อินดีแอนาการเรียนรู้การประเมินการเตรียมความพร้อมเครือข่าย (iLearn) ถูกออกแบบมาเพื่อวัดมาตรฐานวิชาการอินดีแอนา การออกแบบการทดสอบมีศูนย์กลางอยู่ที่การทำความเข้าใจกับมาตรฐานเหล่านี้โดยร่วมมือกับ Indiana Educators เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของเนื้อหาและหลักฐานของความเชี่ยวชาญและการสร้างเอกสารสำคัญที่กำหนดการประเมิน โดยจะมีการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นครอบคลุมการวัดและประเมิน ซึ่งลักษณะเฉพาะประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆที่ต้องการวัด จุดประสงค์ของการวัด มาตรฐานและจุดประสงค์ของมาตรฐานในการวัด ข้อจำกัดของเนื้อหา ตัวอย่างคำตอบ และลักษณะของคำตอบ

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2559) ได้กล่าวถึง ลักษณะเฉพาะของข้อสอบในคู่มือการพัฒนาศักยภาพครูผู้สอบและศึกษานิเทศก์ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเขียนตอบตามแนวการทดสอบระดับนานาชาติ ซึ่งลักษณะเฉพาะในการสร้างข้อสอบรูปแบบเขียนตอบ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รูปแบบข้อสอบ ระดับพฤติกรรมที่วัด สถานการณ์ ข้อคำถาม และแนวคำตอบ โดยการสร้างข้อสอบตามกรอบที่กำหนด และรูปแบบข้อสอบเขียนตอบ เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการเขียนสื่อความที่สะท้อนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ส่งผลให้ครูปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีสอนและวิธีการประเมินผลในระดับชั้นเรียนอีกด้วย

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (2559) ได้กล่าวถึงการกำหนดการใช้ลักษณะเฉพาะของข้อสอบในการออกข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อให้ข้อสอบมีความตรง (Validity) ที่ต้องการวัด และให้เขียนอธิบายตัวถูกและตัวผิด เพื่อประกันความถูกต้องของการเฉลย และจะเป็นมาตรฐานเพื่อประกันคุณภาพว่าข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินมีการพัฒนาอย่างมีระบบ มีขั้นตอนการดำเนินการที่เป็นมาตรฐานเชื่อถือได้ มีสารสนเทศเชิงประจักษ์ และเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และมีความยุติธรรม ซึ่งลักษณะเฉพาะของข้อสอบประกอบด้วย ชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้ สาระ คุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับพฤติกรรม ระดับความยากง่าย สถานการณ์ คำถาม รูปแบบข้อสอบ คำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ผิด

เจษฎา ชมชื่น (2553) ทำวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการเขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะข้อสอบ พบว่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบระบุคำอธิบาย



ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ ตัวเลือก มีความชัดเจนและยังทำให้ข้อสอบมีคุณภาพใกล้เคียงกัน มีความคล้ายคลึงกัน

ณัฐพล สิทธิกุล (2560) ทำวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบได้ ดังนี้ คำอธิบายทั่วไป จุดประสงค์ ลักษณะข้อคำถาม ลักษณะของการตอบ ลักษณะของสิ่งที่ ตอบสนอง ตัวอย่างข้อสอบ และ ข้อเสนอแนะอื่นๆ

กุลจิรา ฝุ่นวัง (2561) ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้ ระดับพฤติกรรม พฤติกรรมย่อย รูปแบบข้อสอบ แนวคำถาม แนวคำตอบที่ถูกต้อง แนวคำตอบตัวลวง ตัวอย่างข้อสอบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ผู้วิจัยเริ่มสังเคราะห์ลักษณะเฉพาะของข้อสอบจากหน่วยงานภายในประเทศและต่างประเทศ โดยหน่วยงานภายในประเทศ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากสำนักทดสอบทางการศึกษา และสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งเป็นหน่วยงานเกี่ยวข้องทดสอบระดับประเทศ ซึ่งพบว่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่เหมาะสมกับการพัฒนาข้อสอบมีความสอดคล้องกัน โดยลักษณะเฉพาะของข้อสอบประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รูปแบบข้อสอบ ระดับพฤติกรรมที่วัด สถานการณ์ ข้อคำถาม และแนวคำตอบ และหน่วยงานต่างประเทศ ผู้วิจัยได้ศึกษาจาก Florida Department of Education และ Indiana Department of Education ซึ่งมีการกำหนดลักษณะเฉพาะที่คล้ายคลึงกัน โดยลักษณะเฉพาะของข้อสอบจากหน่วยงานต่างประเทศ ประกอบด้วย พฤติกรรมหลักและพฤติกรรมย่อย เนื้อหาสาระ วัตถุประสงค์ของการทดสอบ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละมาตรฐาน รูปแบบของข้อสอบ และข้อสอบตามมาตรฐานข้อจำกัดของเนื้อหา ระดับความซับซ้อนของข้อสอบ แนวทางการสร้างข้อสอบ สัดส่วนและรูปแบบข้อสอบ เวลาการสอบ ลักษณะการตอบ แนวทางการ พิจารณาข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน โดยลักษณะเฉพาะของข้อสอบภายในประเทศและต่างประเทศมีความคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาลักษณะเฉพาะของข้อสอบภายในประเทศเป็นหลักเพื่อให้ครอบคลุมกับบริบทของการวัดและประเมินผลของประเทศ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของข้อสอบในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ต่างๆ พบว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบมีการกำหนดองค์ประกอบเพิ่มเติม



จากหน่วยงานระดับประเทศเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและประเมิน เช่น ความสามารถในการวิเคราะห์ การรู้เคมี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่เหมาะสมกับการประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ประกอบด้วย

1) พฤติกรรมหลัก เป็นการกำหนดเพื่อให้ผู้สอนทราบถึงพฤติกรรมที่เราต้องการวัด และประเมินผู้เรียน โดยพฤติกรรมหลัก คือ สมรรถนะวิทยาศาสตร์

2) พฤติกรรมย่อย เป็นการกำหนดเพื่อให้ผู้สอนทราบถึงพฤติกรรมย่อยของ สมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์เชิง วิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแปล ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3) มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นการกำหนดเพื่อให้ผู้สอนทราบถึงจุดหมายของผู้เรียนที่ ผู้เรียนพึงมีหลังจากการจัดการเรียนรู้ และทำให้ผู้สอนออกแบบข้อสอบเพื่อให้ผู้เรียนแสดง ศักยภาพของตนเองได้ชัดเจนขึ้น

4) ตัวชี้วัด เป็นการกำหนดเพื่อให้ผู้สอนทราบถึงเป้าหมายในการพัฒนาของผู้เรียน และเพื่อผู้สอนออกแบบข้อสอบได้ครอบคลุมเนื้อหาและเป้าหมายในการเรียน

5) จุดประสงค์ เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายของข้อสอบที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออก ในแต่ละพฤติกรรม

6) รูปแบบข้อสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบข้อสอบที่ต้องการจะวัด โดยอาจจะเป็น แบบเลือกตอบหรือเขียนตอบ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการสอบ เนื่องจากรูปแบบข้อสอบทั้ง 2 มีความแตกต่างกันที่จะทำให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพออกมาได้อย่างเต็มที่

7) ลักษณะคำถาม เป็นการกำหนดลักษณะของคำถามที่เหมาะสมกับพฤติกรรม ย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

8) ลักษณะคำตอบ เป็นการระบุแนวคำตอบที่ชัดเจน เพื่อเป็นการพิจารณาในการ ตรวจคำตอบ

9) ตัวอย่างข้อสอบ เป็นการพัฒนาข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่จะทำให้ ข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดผู้เรียน

ในการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เปลี่ยน ลักษณะเฉพาะของข้อสอบในส่วนของระดับพฤติกรรม เป็นพฤติกรรมหลัก และพฤติกรรมย่อย เพื่อให้เห็นภาพของการประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์ด้านมากยิ่งขึ้น

### 3.3 การหาคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

การหาคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

เนติ เฉลยวาเรศ (2556) ได้นำเสนอเกี่ยวกับมาตรฐานการประเมินตามที่คณะกรรมการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินทางการศึกษาได้กำหนดไว้ ประกอบด้วยมาตรฐานการประเมิน 4 ด้าน คือ มาตรฐานด้านอรรถประโยชน์ มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ มาตรฐานด้านความเหมาะสม และมาตรฐานด้านความถูกต้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. มาตรฐานอรรถประโยชน์ (Utility Standards) ซึ่งเป็นการประเมินด้านกระบวนการที่ก่อให้เกิดสารสนเทศตรงกับความต้องการของผู้ใช้ผลประโยชน์เป็นสำคัญ ประกอบด้วย 8 เกณฑ์ ได้แก่

- 1.1 มีการระบุผู้เกี่ยวข้องที่ต้องการใช้สารสนเทศ
- 1.2 ความเป็นที่เชื่อถือของผู้ประเมิน ผู้ประเมินต้องรู้สิ่งที่มุ่งประเมิน
- 1.3 มีการรวบรวมข้อมูลครอบคลุมและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้สารสนเทศของผู้ที่เกี่ยวข้อง
- 1.4 การแปลความหมายและการตัดสินคุณค่ามีความชัดเจน
- 1.5 รายงานการประเมินมีความชัดเจนทุกขั้นตอน
- 1.6 การเผยแพร่ผลการประเมินไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างทั่วถึง
- 1.7 รายงานการประเมินเสร็จทันสำหรับนำไปใช้ประโยชน์
- 1.8 การประเมินส่งผลกระทบในการกระตุ้นให้มีการดำเนินการประเมินต่อไปอย่างต่อเนื่อง

2. มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) เป็นมาตรฐานเน้นความเป็นจริงของการประเมิน ประกอบด้วย 3 เกณฑ์ ได้แก่

- 2.1 วิธีการประเมินสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง
- 2.2 การเป็นที่ยอมรับของผู้ถูกประเมิน ผู้ได้รับผลกระทบจากการประเมิน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย
- 2.3 ผลที่ได้มีความคุ้มค่ากับผลงาน สามารถนำไปปรับปรุงการปฏิบัติงาน ขยายงานหรือล้มเลิก

3. มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) มุ่งเน้นเกี่ยวกับเรื่อง กฎระเบียบ ศีลธรรม จรรยาบรรณที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน ประกอบด้วย 8 เกณฑ์ ได้แก่

- 3.1 มีการกำหนดข้อตกลงอย่างเป็นทางการ
- 3.2 มีการแก้ปัญหาของการประเมินด้วยความซื่อสัตย์ ไม่บิดเบือนความเป็นจริงอย่างสันติวิธี
- 3.3 รายงานการประเมินอย่างตรงไปตรงมา เปิดเผย และคำนึงถึงข้อจำกัดของการประเมิน
- 3.4 มีการให้ความสำคัญต่อสิทธิในการรับรู้ข่าวสารของบุคคลทั่วไปอย่างเปิดเผย มีการเผยแพร่ผลการประเมินและเปิดโอกาสให้ผู้สนใจได้ศึกษาผลประเมิน
- 3.5 มีการคำนึงถึงสิทธิส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง
- 3.6 มีการเคารพในการปฏิสัมพันธ์ของผู้เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลจากบุคคลหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง
- 3.7 มีรายงานผลการประเมินที่สมบูรณ์ ยุติธรรม และเสนอทั้งจุดเด่น จุดด้อยของสิ่งที่ประเมิน
- 3.8 ผู้ประเมินทำการประเมินด้วยความรับผิดชอบและมีจรรยาบรรณ
4. มาตรฐานด้านความถูกต้อง (Accuracy Standards) เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ ตลอดจนวิธีเก็บข้อมูลตามหลักวิชาการ ซึ่งประกอบด้วย 11 เกณฑ์ ได้แก่
- 4.1 มีการระบุวัตถุประสงค์ของการประเมินอย่างชัดเจน
- 4.2 มีการวิเคราะห์บริบทของการประเมินในรายงานการประเมินอย่างครอบคลุมและเพียงพอต่อการประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.3 มีการบรรยายจุดประสงค์และกระบวนการประเมินอย่างชัดเจน
- 4.4 มีการบรรยายแหล่งข้อมูลที่ได้มาอย่างชัดเจน
- 4.5 ใช้เทคนิคและเครื่องมือที่มีความตรง และได้มาซึ่งสารสนเทศที่มีความถูกต้องแม่นยำ
- 4.6 ใช้เทคนิคและเครื่องมือที่ความเที่ยง และได้มาซึ่งสารสนเทศที่มีความคงเส้นคงวา
- 4.7 มีการจัดระบบควบคุมสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และรายงาน
- 4.8 มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
- 4.9 มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 4.10 การลงสรุปที่มีเหตุผลและผลการประเมินสนับสนุน
- 4.11 มีการเขียนรายงานที่มีความเป็นปรนัย

อนันดา สันฐิติวณิชย์ (2556) ได้ทำการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัดความสามารถด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์และการเขียนกับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพฯ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ โดยมี รายละเอียดของการประเมินดังนี้

#### 1. ด้านอรรถประโยชน์

- 1.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการกำหนดวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน
- 1.2 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการนิยามความสามารถและตัวชี้วัดอย่าง

ชัดเจน

- 1.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีเกณฑ์ในการให้คะแนนอย่างชัดเจน
- 1.4 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการ

พัฒนาแบบสอบ

- 1.5 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการระบุแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์อย่าง

ชัดเจน

- 1.6 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบอย่าง

ชัดเจน

- 1.7 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามที่กำหนดไว้

#### 2. ด้านความเป็นไปได้

- 2.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการเรียนการ

สอน

- 2.2 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้สร้างแบบสอบความสามารถ

ด้านการคิด วิเคราะห์ และเขียนได้

2.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการวัดและประเมินผลการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนได้

- 2.4 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้

- 2.5 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้จริง

- 2.6 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ นำไปใช้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน



### 3. ด้านความเหมาะสม

3.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้  
อย่าง ชัดเจน

3.2 การสร้างแบบสอบความสามารถฯ ตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

3.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนที่ชัดเจน

3.4 การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ นำไปสู่ความเสมอภาคและความยุติธรรมในการวัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา

3.5 สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดและ ประเมินผลการอ่าน คิควิเคราะห์ และเขียนได้

3.6 ตัวอย่างข้อสอบในคุณลักษณะของแบบสอบฯ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้  
จริง

3.7 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ

### 4. ด้านความถูกต้อง

4.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง

4.2 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีรูปแบบและภาษาเหมาะกับครูที่สอนนักเรียนใน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีสารสนเทศในการพัฒนาแบบสอบที่ถูกต้อง

4.4 โครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบความสามารถฯ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด

4.5 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการได้อย่าง  
ถูกต้อง

4.6 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

ญานณี วัฒนากร (2558) ได้ทำการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สอบถามความเห็นต่อลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี โดยใช้แบบประเมินคุณภาพฯ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีรายละเอียดของการประเมินดังนี้

1. ด้านความเป็นไปได้ เป็นการพิจารณาว่าลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ใน

การนำไปปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง มีความคุ้มค่าในด้านประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งประกอบด้วยข้อความให้แสดงความเห็น 5 ข้อ ดังนี้

1.1 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีได้

1.2 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีได้

1.3 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้

1.4 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ได้จริง

1.5 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ นำไปใช้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน

2. ด้านความเหมาะสม เป็นการพิจารณาว่าลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงาน ร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่

21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้นมีการดำเนินการตาม หลักการคำนึงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยข้อความให้แสดงความเห็น 7 ข้อ ดังนี้

2.1 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้  
อย่างชัดเจน

2.2 การสร้างแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นฯตามลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ  
ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

2.3 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีการดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนที่ชัดเจน

2.4 การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ นำไปสู่ความเสมอภาค และความ  
ยุติธรรมในการวัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา

2.5 สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดและ  
ประเมินทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

2.6 ตัวอย่างข้อคำถามในลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีความเหมาะสมในการ  
นำไปใช้ได้จริง

2.7 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ

3. ด้านความถูกต้อง เป็นการพิจารณาว่าเป็นการพิจารณาว่าลักษณะเฉพาะของแบบ  
วัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีที่พัฒนาขึ้นมี

ความถูกต้อง ให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ ใช้เทคนิคที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยข้อความให้แสดงความเห็น 5 ข้อ ดังนี้

- 3.1 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง
- 3.2 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีสารสนเทศในการพัฒนาแบบวัดฯ ที่ถูกต้อง
- 3.3 โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดฯ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะวัด
- 3.4 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดตัวบ่งชี้ที่ต้องการได้อย่าง

ถูกต้อง

- 3.5 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ

ณัฐพล สิทธิกุล (2560) ได้ทำการประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้แบบประเมินคุณภาพเป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีรายละเอียดของการประเมินดังนี้

1. ด้านความถูกต้อง เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง ให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และใช้เทคนิคที่เหมาะสม

- 1.1 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่าง

ถูกต้อง

- 1.2 โครงสร้างเนื้อหาของข้อสอบและแบบสอบ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะวัด
- 1.3 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ
- 1.4 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ที่ พัฒนาขึ้นสามารถวัดตัวบ่งชี้ที่

ต้องการได้อย่างถูกต้อง

- 1.5 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศในการพัฒนา

ข้อสอบและแบบสอบฯ ที่ถูกต้อง

2. ด้านความเหมาะสม เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีการดำเนินการตามหลักการ มีการคำนึงถึงผู้ที่ มีส่วนเกี่ยวข้องและผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งาน

2.1 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ การระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้อย่างชัดเจน

2.2 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีการดำเนินการตามหลักการ และขั้นตอนที่ชัดเจน



2.3 การปฏิบัติตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปสู่ความเสมอภาค และความยุติธรรมในการ วัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา

2.4 สถานศึกษาสามารถนำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และแบบสอบฯ ไปพัฒนา ใช้กับการวัดและประเมินการรู้ เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

2.5 การสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายตามคุณลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบและแบบสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วน เกี่ยวข้อง

2.6 ตัวอย่างข้อคำถามในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและ แบบสอบฯ มีความ เหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริง

2.7 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่าย และเป็นระบบ

3. ด้านความเป็นไปได้ เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบ สอบการรู้เคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไป ปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง และมีความคุ้มค่าในประโยชน์ที่จะได้รับ

3.1 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและ ประเมินการรู้เคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

3.2 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้าง ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

3.3 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปใช้ได้ ง่าย ไม่ซับซ้อน

3.4 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้

3.5 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการ นำไปใช้ได้จริง

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงตรวจสอบคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้มาตรฐานการประเมิน โดยประเมินในมาตรฐานด้านความเป็นไปได้ มาตรฐานด้านความเหมาะสม และมาตรฐานด้าน ความถูกต้อง ซึ่งจะให้คุณลักษณะเฉพาะที่พัฒนาขึ้นมา มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือโดยใช้เทคนิค ที่เหมาะสม รวมทั้งมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่จะนำไปใช้และความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ ปฏิบัติงานได้จริง โดยแบบประเมินคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ เป็นแบบมาตร ประเมินค่า 5 ส่วน



2.3 การปฏิบัติตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปสู่ความเสมอภาค และความยุติธรรมในการ วัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา

2.4 สถานศึกษาสามารถนำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และแบบสอบฯ ไปพัฒนา ใช้กับการวัดและประเมินการรู้ เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

2.5 การสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายตามคุณลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบและแบบสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วน เกี่ยวข้อง

2.6 ตัวอย่างข้อคำถามในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและ แบบสอบฯ มีความ เหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริง

2.7 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่าย และเป็นระบบ

3. ด้านความเป็นไปได้ เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบ สอบการรู้เคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไป ปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง และมีความคุ้มค่าในประโยชน์ที่จะได้รับ

3.1 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและ ประเมินการรู้เคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

3.2 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้าง ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

3.3 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปใช้ได้ ง่าย ไม่ซับซ้อน

3.4 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้

3.5 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการ นำไปใช้ได้จริง

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงตรวจสอบคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้มาตรฐานการประเมิน โดยประเมินในมาตรฐานด้านความเป็นไปได้ มาตรฐานด้านความเหมาะสม และมาตรฐานด้าน ความถูกต้อง ซึ่งจะทำการพัฒนาขึ้นมาที่มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือโดยใช้เทคนิค ที่เหมาะสม รวมทั้งมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่จะนำไปใช้และความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ ปฏิบัติงานได้จริง โดยแบบประเมินคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ เป็นแบบมาตร ประมาณค่า 5 ส่วน

#### 4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและหาคุณภาพของข้อสอบ

##### 4.1 รูปแบบข้อสอบเลือกตอบ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 194 - 200) ได้กล่าวถึงแบบสอบประเภทเลือกคำตอบ (selection type) แบบสอบประเภทนี้ เป็นแบบสอบที่กำหนดคำตอบไว้ให้ผู้สอบทำการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ผู้สอบจึงเวลาส่วนใหญ่ในการ อ่าน คิด และเลือกคำตอบที่กำหนดให้ การตรวจข้อสอบจึงทำได้ง่าย สะดวก มีความเป็นปรนัย และสามารถใช้เครื่องจักรช่วยตรวจได้ แบบสอบประเภทนี้สามารถเขียนเป็นข้อสอบได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อสอบแบบถูกผิด ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบหลายตัวเลือก

1. ข้อสอบแบบถูก-ผิด (true-false) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบ เลือกตอบคำตอบที่เป็นไปได้ 2 อย่าง เช่น ข้อความที่กำหนดให้ นั้น ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือ เท็จ เป็นต้น ข้อสอบแบบถูกผิดนี้สามารถใช้วัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจในหลักการ และการนำไปใช้ได้ แต่มีข้อเสียในแง่ที่ผู้สอบมีโอกาสสูงในการเดาข้อสอบได้ถูก ค่าความเที่ยงมักต่ำ และไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นแบบสอบวินิจฉัยเพราะบอกไม่ได้ว่าผู้สอบตอบผิดด้วยสาเหตุอะไร

ข้อแนะนำการใช้แบบสอบความเรียง

1) ข้อสอบแบบ ถูก-ผิดแต่ละข้อควรมีประเด็นคำถามที่สำคัญเพียงประเด็นเดียว เพื่อให้คำถามเข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่สับสน

2) ควรถามในเชิงปริมาณมากกว่าคุณภาพ หลีกเลี่ยงคำถามที่เป็นการตัดสินใจหรือความคิดเห็น เฉพาะบุคคล หลีกเลี่ยงคำถามที่เป็นข้อโต้แย้งที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ ระมัดระวังการใช้ข้อความที่เป็นปฏิเสธ

3) ควรเน้นให้เห็นชัดเจน เหมาะสมสำหรับการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อในเรื่อง ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี สถานการณ์บางอย่างสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสม เช่น การทดสอบกับเด็กเล็ก เด็กมีปัญหาการอ่าน เด็กเรียนช้า เป็นต้น

2. ข้อสอบแบบจับคู่ (matching) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบ จับคู่ระหว่างคำหรือข้อความสองคอลัมน์ คอลัมน์ที่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กัน โดยทั่วไป คอลัมน์ทางซ้ายมือจะเป็นข้อความ ส่วนคอลัมน์ทางขวามือจะเป็นคำตอบ ข้อสอบแบบจับคู่ เหมาะสมสำหรับวัดความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ ความสัมพันธ์ และการตีความหมาย

ข้อแนะนำการใช้แบบสอบความเรียง

1) ข้อสอบแบบจับคู่ควรอธิบายวิธีการจับคู่ให้ชัดเจน กลุ่มของคำถามและคำตอบจะต้องมี ลักษณะเป็นเอกพันธ์ คำถามและคำตอบควรสั้นและรัดกุม โดยปกติจำนวนรายการนิยมใช้ระหว่าง 5-12 รายการ

2) คำตอบควรมีตัวลงแทรกประมาณ 30%

3) ควรสร้างให้คำถามและคำตอบทั้งหมดอยู่ใน หน้าเดียวกัน

3. ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (multiple-choice) มีลักษณะเป็น ข้อสอบแบบเลือกตอบที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะสามารถใช้วัดผลการเรียนรู้ทั้งความรู้ ความ เข้าใจ การนำไปใช้ และผลการเรียนรู้ขั้นสูงได้ สามารถสร้างให้วัดได้ครอบคลุมเนื้อเรื่องตามโครงสร้าง อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปพัฒนาเป็นแบบสอบมาตรฐานได้ แต่มีข้อจำกัดที่สร้างให้มีคุณภาพดีได้ยาก ต้องใช้ผู้รู้ในเนื้อหาและมีทักษะในการเขียนข้อสอบ ค่อนข้างสิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน ไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับใช้วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ข้อสอบแบบหลายตัวเลือกเป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเลือก (Option) คำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำถาม (Stem) และตัวเลือก ซึ่งตัวเลือก ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกเรียกว่า ตัวคำตอบ ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิด เรียกว่า ตัวลวง

ข้อแนะนำการใช้แบบสอบความเรียง

1) การเขียนคำถามของข้อสอบแบบหลายตัวเลือกแต่ละข้อควรประกอบด้วยข้อความที่สำคัญ ประเด็นเดียว สั้น กระชับ ชัดเจน และมีความหมายสมบูรณ์ในตัวเอง คำถามแต่ละข้อความเป็นอิสระ จากกัน เพื่อป้องกันการใช้ความรู้จากคำถามข้อหนึ่งไปชี้แนะคำตอบของคำถามข้ออื่น ตัวเลือกควรมี ความเป็นเอกพันธ์ และมีความเป็นไปได้

2) ควรจัดเรียงตามหลักเหตุผลให้อ่านง่าย ควรหลีกเลี่ยงการใช้ ตัวเลือก "ถูกหมดทุกข้อ" หรือ "ผิดหมดทุกข้อ" แต่ควรให้ตัวเลือก "ไม่มีข้อถูก" เป็นครั้งคราวเพื่อ ลดโอกาสการเดาให้น้อยลง ข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถวัดความสามารถทางสมองระดับสูงได้ด้วย

#### 4.2 รูปแบบข้อสอบเขียนตอบ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 190 - 193) ได้กล่าวถึงข้อสอบรูปแบบการเขียนตอบ (Supply Type) เป็นข้อสอบที่ผู้สอบจะต้องอ่านคำถามและกำหนดแนวทางคำตอบ และเขียนป้อนคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเป็นการเรียบเรียงคำตอบแบบความเรียง ตอบสั้น หรือเติมคำ

1. ข้อสอบแบบความเรียง (Essay Questions) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่ให้เสรีภาพแก่ผู้ตอบในการประมวล คัดเลือกความรู้ความสามารถที่ตนมีอยู่นำมาจัดระบบ เรียบเรียงและเขียนเป็นคำตอบ คำตอบที่ได้จากผู้สอบจึงมีความหลากหลายในระดับของคุณภาพของความถูกต้อง เมื่อพิจารณาถึงความเป็นอิสระในการตอบสามารถแบ่งข้อสอบแบบความเรียงเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ข้อสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (Extrnded-Response Question) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสอย่างเต็มที่ให้แก่ผู้สอบแสดงความสามารถในการคัดเลือกความรู้



ประเมินความรู้ ความคิดนั้น และเรียบเรียงผลผสมผสานออกมาเป็นคำตอบตามความคิดและเหตุผลของตน ไม่จำกัดขอบเขตของคำตอบแต่ภายใต้เวลาที่จำกัดจึงสามารถใช้วัดระดับการวิเคราะห์ การสร้างและประเมินผลได้เป็นอย่างดี

ข้อสอบความเรียงแบบไม่จำกัดคำตอบมีข้อดีคือ สามารถใช้วัดผลการเรียนรู้ที่ซับซ้อน เช่น ความสามารถในการเลือก/จัดระเบียบ/ประเมินความคิด การตีความ การสรุป การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ เป็นต้น สามารถสร้างได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว แต่มักมีปัญหาในการควบคุมทิศทางการตอบของผู้สอบ และการตรวจให้คะแนน

1.2 ข้อสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (Restricted-Response Question) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่มีการจำกัดกรอบของเนื้อหาหรือรูปแบบของแนวทางคำตอบ และความยาวของคำตอบ ตามปกติจะกำหนดขอบเขตของประเด็นให้ผู้ตอบทำการตอบในเนื้อหาที่แคบและสั้นมากกว่าข้อสอบความเรียงแบบไม่จำกัดคำตอบ

ข้อสอบความเรียงจำกัดคำตอบมีข้อดีคือ สามารถใช้วัดความรู้ ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ครอบคลุมดีว่าข้อสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ สร้างง่าย แต่ให้อิสรเสรีภาพแก่ผู้ตอบน้อยกว่า ไม่ได้เปิดโอกาสให้แก่ผู้ตอบแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่เหมือนข้อสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ

ข้อแนะนำการใช้แบบสอบความเรียง

- 1) ควรใช้เมื่อต้องการวัดผลการเรียนรู้ในระดับสูงและซับซ้อน
- 2) ควรใช้คำถามที่ชัดเจน มากกว่าคำถามความสามารถหลายลักษณะสำคัญ ๆ
- 3) ไม่ควรมีข้อสอบไว้ให้เลือก
- 4) ควรกำหนดเวลาตอบอย่างเพียงพอ มีการเตรียมคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

5) ควรตรวจข้อสอบจากกระดาษที่เรียงอย่างสุ่มที่ละข้อของทุกคนโดยไม่ดูรายชื่อ

6) ควรอ่านคำตอบและประเมินคุณภาพของคำตอบโดยจำแนกเป็นกลุ่ม ๆ เช่น ดี ปานกลาง ยังใช้ไม่ได้ เป็นต้น แล้วตรวจให้คะแนนอย่างละเอียดของแต่ละคนในแต่ละกลุ่ม โดยควรเริ่มจากกลุ่มที่ดีที่สุดไปยังกลุ่มที่อ่อนที่สุด

2. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer) และข้อสอบแบบเติมคำ (Completion) มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ต่างเป็นข้อสอบที่ผู้สอบต้องคิดคำตอบขึ้นมาเอง แต่เป็นคำตอบสั้น ๆ

หรือการเติมคำตอบ จึงเหมาะสำหรับวัดความรู้ ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง หลักการ และกฎเกณฑ์ต่างๆ

ข้อแนะนำการใช้แบบตอบสั้น และข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) ควรใช้คำถามที่สามารถตอบได้อย่างชัดเจนด้วยข้อความ คำ วลี สัญลักษณ์ หรือจำนวน (ควรระบุหน่วย)
- 2) ควรเว้นช่องว่างให้พอเหมาะ หลีกเลี่ยงการให้เติมข้อความหรือคำที่ไม่สำคัญ
- 3) ในการทดสอบความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ เฉพาะศัพท์เทคนิค หลักการเฉพาะต่าง ๆ นิยมใช้ข้อสอบแบบตอบสั้น เพราะสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ

สุทธิวรรณ พิศัยคติโสภณ (ม.ป.ป., หน้า 2 - 4) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบสอบเพื่อการวัดและประเมินผู้เรียนเนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการ สร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร ระดับชั้นใด
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการ เรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและ ทฤษฎีต่างๆ ได้ ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว
3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่า คืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสมกับคุณลักษณะที่ จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย
4. เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้อง

ตามหลักวิชาของ การเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย 5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข เมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควร ประกอบด้วย บุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้าน วัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตาม จุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

6. การทดลองใช้ข้อสอบ หลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้ว นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลอง ใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงใน การสอบต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบ ทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้ จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

#### 4.3 การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 99 - 125) ได้ความตรง (validity) คือความแม่นยำในของเครื่องมือที่ต้องการวัด หรือสิ่งที่เครื่องมือจะวัด คะแนนที่ได้จากแบบสอบที่มีความตรงสูงสามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริงและ พยากรณ์ลักษณะที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำโดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) นิยมใช้ในการพิจารณาความตรงที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เนื้อหาของแบบสอบว่า เนื้อหาของคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ ซึ่งให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ โดยแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือ IOC



2. ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ เป็นความตรงของแบบวัดว่า แบบวัดนั้นวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ ความตรงเชิงสภาพ และความตรงเชิงพยากรณ์ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบความสัมพัทธ์อาจเป็นสถานภาพการดำเนินงานที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบันหรืออาจเป็นผลสำเร็จของการปฏิบัติงานนั้นในอนาคต

3. ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นความตรงที่บ่งบอกว่า แบบวัดนั้นวัดได้ ครอบคลุมหรือครอบคลุมลักษณะตามทฤษฎีหรือไม่ ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบ 5 วิธี ได้แก่

1) วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบถึงความเหมาะสมของทฤษฎี ที่นำมาใช้ นิยาม ผังข้อสอบ และคุณภาพของข้อสอบ

2) วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ ในกรณีนี้มีความเชื่อมั่นตามทฤษฎีว่าคะแนนผลการวัดลักษณะที่สนใจนั้นจะมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผู้สอบที่ทราบแน่ชัดว่ามีลักษณะสำคัญบางประการแตกต่างกัน

3) วิธีการเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง คะแนนจากเครื่องมือวัดลักษณะใดก็ตาม คาดว่าน่าจะเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขของการจัดทำตามการทดลอง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มทดลอง ก่อน-หลังได้รับการกระทำตามตัวแปรทดลอง

4) วิธีวิเคราะห์เมทริกซ์พหุลักษณะ - พหุวิธี เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดลักษณะหลายลักษณะ

5) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นการสนับสนุนความตรงเชิงทฤษฎี ได้แก่ ความตรงตามตัวประกอบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของการวัดได้ตรงตามตัวประกอบที่มุ่งวัด

เยาวิทวา นามคุณ (2562, หน้า 75-76) ได้กล่าวถึงคุณภาพของข้อสอบในการหาค่าความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

ความยาก (difficulty: p) คือ สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อนั้น ถูกกับนักเรียนทั้งหมด โดยได้แบ่งสูตรการหาความยากออกเป็น 2 สูตรได้แก่

1. ความยากกรณีตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

2. ความยากกรณีไม่ใช่ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน

$$P = \frac{\sum H + \sum L}{2NM}$$

ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยความหมายของค่าความยากมีดังนี้

ค่าความยากมากกว่า 0.80 แสดงว่า ข้อสอบยากเกินไป

ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.60 – 0.80 แสดงว่า ข้อสอบค่อนข้างยาก

ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.59 แสดงว่า ข้อสอบยากปานกลาง

ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.39 แสดงว่า ข้อสอบค่อนข้างง่าย

ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.00 – 0.19 แสดงว่า ข้อสอบยากเกินไป

อำนาจจำแนก (discrimination: r) คือ การที่ข้อสอบสามารถแยกคนที่มีความรู้กับคนที่  
ไม่มีความรู้ได้ โดยได้แบ่งสูตรการหาความยากออกเป็น 2 สูตรได้แก่

1. อำนาจจำแนกกรณีตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน

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

2. อำนาจจำแนกกรณีไม่ใช่ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน

$$P = \frac{\sum H - \sum L}{NM}$$

อำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่ง

ความหมายของอำนาจจำแนกมีดังนี้

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.59 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.39 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกปานกลาง

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.19 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -1.00 – 0.09 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกผิดใช้ไม่ได้  
โดยมีขั้นตอนการหาค่าความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

1. ตรวจให้คะแนนของข้อสอบ แล้วเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อย

2. แบ่งคะแนนออกเป็นกลุ่ม 2 กลุ่มแรกเป็นกลุ่มสูงโดยนับคะแนนจากสูงลงมา 27%

ของคะแนนทั้งหมด และอีกหนึ่งกลุ่มเป็นกลุ่มต่ำโดยนับคะแนนจากต่ำขึ้นไป 27% ของคะแนน  
ทั้งหมด

3. หาจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

4. คำนวณหาค่าความยากและอำนาจจำแนกตามสูตร

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 58 - 60) ความเชื่อมั่น (Reliability) คือ ความคงที่ หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ โดยจำแนกความเชื่อมั่นออกเป็น 4 ประเภท โดยมี ความหมายและวิธีการประมาณค่าดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงประเภทของความเชื่อมั่น ความหมาย และวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
1. ความเชื่อมั่นแบบ ความคงที่	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยใช้วิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยการทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาที่ต่างกัน
2. ความความเชื่อมั่นแบบความสมมูล	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบสอบที่สมมูลกัน	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ตัดเทียบกัน
3. ความเชื่อมั่นแบบ ความคงที่	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบที่สมมูลกัน	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาที่ต่างกันจากกลุ่มคนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ตัดเทียบกัน
4. ความเชื่อมั่นแบบ ความสอดคล้องภายใน	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหา รายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด โดยใช้วิธีต่างๆ ดังนี้	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกัน



## ตาราง 3 (ต่อ)

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
4.1	วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งของข้อสอบที่สมมูลกัน จากนั้นใช้สูตรสเปียร์แมน บราวน์
4.2	วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวมจากนั้นใช้สูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ด
4.3	วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
4.4	วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์	วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง จากนั้นใช้สูตรของฮอยท์

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกษงา ชมชื่น (2553) ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการเขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะข้อสอบ พบว่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบประกอบด้วย ระบุคำอธิบาย พฤติกรรมที่ต้องการวัด พฤติกรรมย่อย ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ด้านความเที่ยงตรง ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ประสิทธิภาพตัวเลือก ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรคูเดอร์ - ริชาร์ด (KR-20) ค่าเฉลี่ยคะแนนและค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบโดยใช้การทดสอบความแปรปรวนตามวิธีของ Levene's Test ผลการวิจัยพบว่า ได้ลักษณะเฉพาะของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 ลักษณะ มีความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบในด้านค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ประสิทธิภาพของตัวเลือก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ และค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบ นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของคะแนนแบบทดสอบทุกคู่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดย

ปัญหาและอุปสรรคการเขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ พบว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบระบุคำอธิบาย ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ ตัวเลือกมีความชัดเจนดีและยังทำให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน มีความคล้ายคลึงกัน วัดพฤติกรรมอย่างเดียวกัน แต่ครูผู้สร้าง 1 คน ให้ความเห็นว่า การกำหนดลักษณะของคำถาม คำอธิบาย ลักษณะคำตอบ ไม่ควรจำกัดจำนวนข้อความหรือสถานการณ์ในการเขียนข้อสอบ

อนันดา สันฐิตินิชย์ (2556) ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัดความสามารถ ด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียน กับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยสร้างลักษณะเฉพาะของแบบสอบความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 องค์ประกอบของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ได้แก่ วัดจุดประสงค์ของการสอบ ตัวชี้วัดความสามารถ ในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของแบบสอบ ตัวอย่างข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนน เกณฑ์การตัดสินคะแนน และลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยลักษณะเฉพาะของข้อสอบประกอบด้วย ตัวชี้วัด ความสามารถที่วัด วัดจุดประสงค์ในการวัด รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน รูปแบบข้อสอบเป็นรูปแบบผสม ประกอบด้วย ข้อสอบหลายตัวเลือก และข้อสอบแบบความเรียง โดยข้อสอบหนึ่งข้อวัดมากกว่าหนึ่งความสามารถ ผลการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะด้าน ความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และด้านอรรถประโยชน์ โดยภาพรวมของข้อสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัดความสามารถการอ่าน การวิเคราะห์ และการเขียนมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.41, S.D. = 0.37$ ) และข้อสอบการเขียนกับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.22, S.D. = 0.62$ ) การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยง

ณัฐพล สิทธิกุล (2560) ทำวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบได้ ดังนี้ พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย นิยาม ตัวชี้วัดตามหลักสูตร จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ ลักษณะของตัวถูก ลักษณะของตัวลวง ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน การตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบพบว่า ด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้ โดยภาพรวมมี

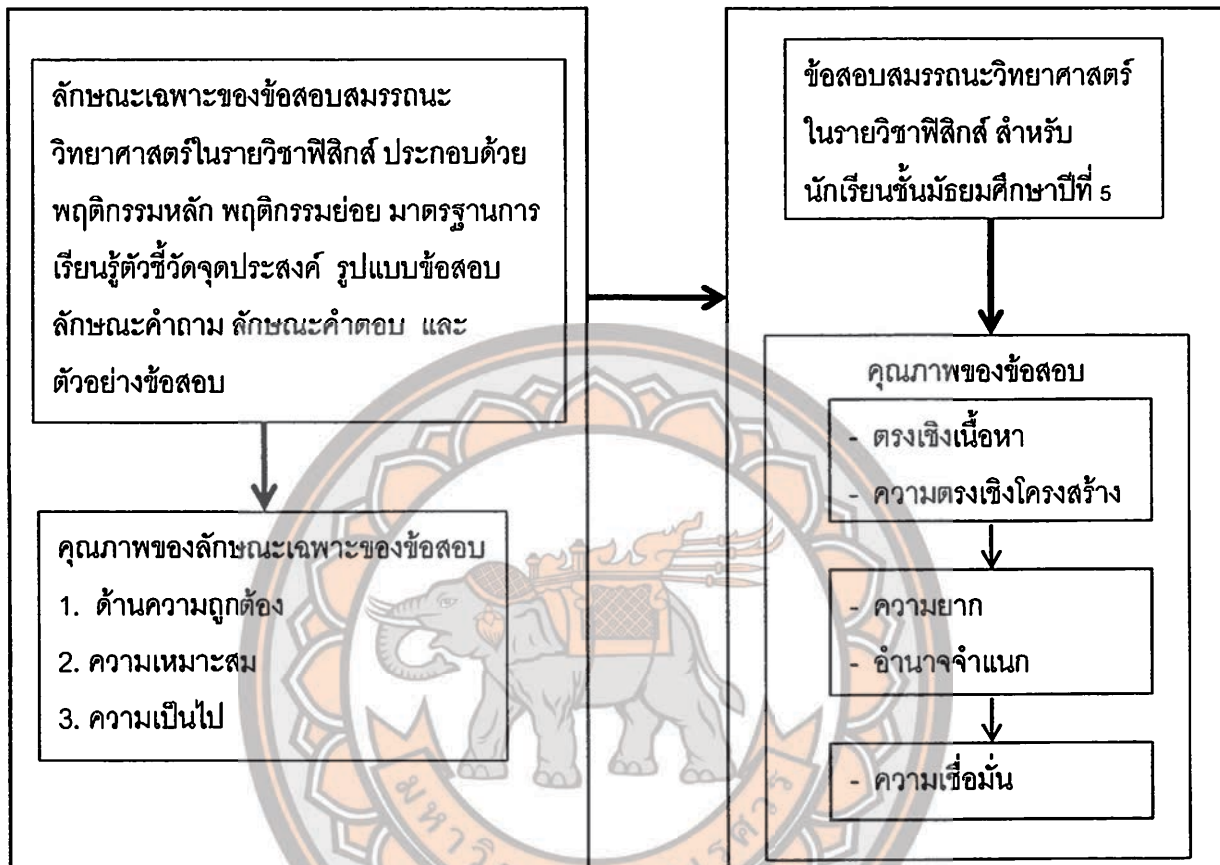
คุณภาพอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ,  $S.D. = 0.26$ ) การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ค่าความยากซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่มีความยากปานกลาง เป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสม

กุลจิรา ฝุ่นวัง (2561) ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้ลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมสำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้ ระดับพฤติกรรม พฤติกรรมย่อย รูปแบบข้อสอบ แนวคำถาม แนวคำตอบที่ถูกต้อง แนวคำตอบตัวลวง และตัวอย่างข้อสอบ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ใช้เทคนิค 25% ด้วยสูตรอย่างง่าย ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน และโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีการของครอนบาค





### กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบความรู้และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบความรู้และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ 2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบความรู้และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

#### 1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ระยะที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

แหล่งข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิจัยและประเมินทางการศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนรายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน

ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

##### 1) ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 40 จำนวน 4,110 คน

##### 2) กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 40 จำนวน 362 คน โดยมีวิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง คือ คำนวณจาก Krejcie & Morgan กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมควรมีจำนวน 350 คน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่ม

ตัวอย่างเพิ่มเป็น 405 คน ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการสุ่มโรงเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยทำการสุ่มจากโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไปจำนวน จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 ซึ่งสุ่มได้ทั้งหมด 3 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสุ่มระดับห้องเรียนจากแต่ละโรงเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) สุ่มได้โรงเรียนละ 4 ห้องเรียน ดังรายละเอียดตาราง 4 ตาราง 4 แสดงรายละเอียดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
หล่มสักวิทยาคม	4	135
หล่มเก่าวิทยาคม	4	135
หนองไผ่	4	135
รวม	12	405

จากการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างได้กลับมา 362 คน ซึ่งเกินกว่าที่ต้องการ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจากการคำนวณ Krejcie & Morgan กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมควรมีจำนวน 350 คน ทำให้ข้อมูลที่ได้กลับมาสามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยแบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ
2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์



ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน  
รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบประเมินความเหมาะสมของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน  
รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 ข้อ

### 3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา  
ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 2 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระยะที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับข้อสอบความรู้และสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ รวมถึงเพื่อนำข้อมูลมาสังเคราะห์หาองค์ประกอบของ  
ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการ  
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงใน  
ชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ และมาตรฐาน  
ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง  
และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ รวมถึง  
ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลาง เพื่อนำมาวิเคราะห์เนื้อหา และพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา  
และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน เพื่อให้ข้อสอบที่จะสร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ  
ครอบคลุมทุกเนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ผู้วิจัยจึงนำตัวชี้วัดมาพิจารณา  
ความสอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

1.3 กำหนดโครงสร้างของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา  
ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน  
รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	.....
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจ ของเนื้อหาและทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
พฤติกรรมย่อย	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการ แปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) เป็นพฤติกรรมย่อยของ สมรรถนะวิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ)
ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางที่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมย่อยต่างๆ
จุดประสงค์	จุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกในแต่ละพฤติกรรมย่อย
รูปแบบข้อสอบ	การกำหนดรูปแบบข้อสอบที่จะวัด เช่น แบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบ
ลักษณะคำถาม	การกำหนดลักษณะของคำถาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนคำถาม ของข้อสอบ เช่น คำถามเชิงสถานการณ์ คำถามความรู้ทั่วไป การใช้ข้อมูล ผลการทดลอง เป็นต้น
ลักษณะคำตอบ	ระบุคำตอบที่ถูกต้องและชัดเจน
ตัวอย่างข้อสอบ	ข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยประกอบด้วย แนวการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

จากตาราง 5 พบว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย  
พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะ  
คำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ

1.4 ทำการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของลักษณะเฉพาะของข้อสอบซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ โดยแบบประเมินเป็นแบบของมาตราประค่า 5 ระดับ และข้อเสนอแนะลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุง และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์

1.5 นำแบบประเมินประเมินความเหมาะสมของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิจัยและประเมินทางการศึกษา จำนวน 2 ท่าน
- 2) ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนรายวิชาฟิสิกส์ โดยมีวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ และมีประสบการณ์การสอนรายวิชาฟิสิกส์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน

1.7 นำผลการตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ที่มีประสิทธิภาพ

1.8 นำลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และเตรียมนำลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์



ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 ศึกษาลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นในระยะที่ 1 โดยรูปแบบข้อสอบเป็นข้อสอบเขียนตอบ  
เลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และเลือกตอบชนิด 2 ตัวเลือก

2.2 สร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบในระยะที่ 1 และออกแบบ  
ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
5 เพื่อให้ได้ข้อสอบที่ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้ และสามารถวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน  
จำนวน 42 ข้อ ดังรายละเอียดในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงจำนวนข้อสอบที่พัฒนาตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบโดยแบ่งตามความ  
สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์		
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมินและ ออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ฯ	การแปลความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานฯ
ว 2.2 ม.5/1	-	-	2
ว 2.2 ม.5/2	-	2	-
ว 2.2 ม.5/3	-	2	-
ว 2.2 ม.5/4	2	-	-
ว 2.2 ม.5/5	-	-	2
ว 2.2 ม.5/6	2	-	-
ว 2.2 ม.5/7	-	2	-
ว 2.2 ม.5/8	1	-	1
ว 2.2 ม.5/9	2	-	-
ว 2.2 ม.5/10	2	-	-
ว 2.3 ม.5/11	-	-	2
ว 2.3 ม.5/12	1	1	-
ว 2.3 ม.5/13	1	1	-

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์		
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
ว 2.3 ม.5/14	-	2	-
ว 2.3 ม.5/15	2	-	-
ว 2.3 ม.5/16	-	1	-
ว 2.3 ม.5/17	1	-	1
ว 2.3 ม.5/19	1	-	1
ว 2.3 ม.5/20	-	-	2
ว 2.3 ม.5/21	2	1	-
ว 2.3 ม.5/22	1	-	1
<b>รวม</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

2.3 นำข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ที่ได้สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะ และปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิจัยและประเมินทางการศึกษา จำนวน 2 ท่าน
- 2) ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนรายวิชาฟิสิกส์ โดยมีวิทยฐานะครูชำนาญการ

พิเศษ และมีประสบการณ์การสอนรายวิชาฟิสิกส์ ไม่นต่ำกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ (item objective congruence : IOC) IOC มากกว่า 0.50 แสดงว่า ข้อสอบนั้นสามารถใช้ได้ ซึ่งข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 39 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

2.3 นำข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

2.4 นำข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิทยานุกูลนารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 จำนวน 35 คน เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านหลักสูตรเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความยากและ

อำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยข้อสอบควรมีค่าความยาก 0.20 – 0.80 และ ควรมีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป พบว่า ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ความยากแลอำนาจจำแนกมีทั้งหมด 35 ข้อ โดยมีค่าความยาก 0.20 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก 0.25 – 1.00 ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ข้อสอบมีคุณภาพ โดยคัดข้อสอบที่ไม่ถึงเกณฑ์ออกจำนวน 4 ข้อ รายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 7 แสดงผลการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์		
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
ว 2.2 ม.5/1	-	-	2
ว 2.2 ม.5/2	-	1	-
ว 2.2 ม.5/3	-	1	-
ว 2.2 ม.5/4	1	-	-
ว 2.2 ม.5/5	-	-	1
ว 2.2 ม.5/6	1	-	-
ว 2.2 ม.5/7	-	1	-
ว 2.2 ม.5/8	1	-	1
ว 2.2 ม.5/9	2	-	-
ว 2.2 ม.5/10	2	-	-
ว 2.3 ม.5/11	-	-	2
ว 2.3 ม.5/12	1	1	-
ว 2.3 ม.5/13	1	1	-
ว 2.3 ม.5/14	-	2	-
ว 2.3 ม.5/15	2	-	-
ว 2.3 ม.5/16	-	1	-
ว 2.3 ม.5/17	1	-	1
ว 2.3 ม.5/19	1	-	1



ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์		
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
ว 2.3 ม.5/20	-	-	2
ว 2.3 ม.5/21	1	1	-
ว 2.3 ม.5/22	1	-	1
<b>รวม</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>11</b>

จากตาราง 7 พบว่าผลการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทั้งหมด 35 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกตัวชี้วัด โดยมีข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ด้านที่ต้องการวัด ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ

2.4 นำข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ไป จำนวน 35 ข้อ ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือ ครั้งที่ 2 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 405 คน โดยเป็นนักเรียนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 40 โดยผู้ที่เข้าร่วมทดสอบมีจำนวน 362 คน

2.5 นำผลการทดลองไปตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความตรงเชิงโครงสร้าง

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำหนังสือถึงผู้เชี่ยวชาญและโรงเรียน
2. ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
3. ติดต่อโรงเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อดำเนินการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองตามวัน เวลาที่ได้นัดหมาย
4. ติดต่อโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดหมายวัน เวลา ในการดำเนินการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองตามวัน เวลาที่ได้นัดหมาย ซึ่งผู้วิจัย

ดำเนินการบริหารการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ในการสอบ และประโยชน์ที่ตัวอย่างจะได้รับเพื่อให้ ตัวอย่างเห็นถึงความสำคัญของการสอบและตั้งใจท้ออย่างเต็มความสามารถ พร้อมทั้งชี้แจง คำสั่ง และข้อปฏิบัติในการสอบเพื่อให้ตัวอย่างปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

5. นำข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ มาตรวจให้คะแนนและ วิเคราะห์ ข้อมูลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ คือ ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน รายวิชาฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้

1. สถิติพื้นฐาน ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ วิทยาศาสตร์

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2555)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2555)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $S.D.$  แทน คะแนนแต่ละตัว  
 $X$  แทน คะแนนแต่ละตัว  
 $n$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่มนั้น  
 $\sum X$  แทน ผลรวมคะแนน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การทดสอบหาความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้สูตรหาค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

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

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์  
 $X$  แทน คะแนนแต่ละตัว

จำนวนผู้ให้คะแนน	แทน	$N$	เมื่อ
จำนวนคนที่ลุ่มคะแนน	แทน	$L$	
จำนวนคนที่ลุ่มคะแนน	แทน	$H$	
ค่าความยากของข้อสอบ	แทน	$d$	

$$d = \frac{N}{L-H}$$

1) สูตรการหาอำนาจจำแนกสำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยใช้เทคนิค 27%

2.3 การหาอำนาจจำแนก (Discrimination Power)

จำนวนผู้ให้คะแนน	แทน	$M$	เมื่อ
จำนวนคนที่ลุ่มคะแนน	แทน	$N$	
ผลรวมของคะแนนผู้ลุ่ม	แทน	$\sum L$	
ผลรวมของคะแนนผู้ลุ่ม	แทน	$\sum H$	
ค่าความยากของข้อสอบ	แทน	$d$	

$$d = \frac{2NM}{\sum H + \sum L}$$

2) สูตรการหาความยากสำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยใช้เทคนิค 27%

จำนวนผู้ให้คำตอบ	แทน	$N$	เมื่อ
จำนวนคนที่ลุ่มคำตอบถูก	แทน	$L$	
จำนวนคนที่ลุ่มคำตอบผิด	แทน	$H$	
ค่าความยากของข้อสอบ	แทน	$d$	

$$d = \frac{2N}{H+L}$$

1) สูตรการหาความยากของข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยใช้เทคนิค 27%

2.2 การหาความยาก (Difficulty) (เที่ยงจันทร์ พานิชย์สุโขทัย, 2557)

จำนวนผู้ให้คำตอบ	แทน	$N$
ผลรวมของคะแนนความยากของข้อสอบรายข้อ	แทน	$\sum R$



2) สูตรการหาอำนาจจำแนกสำหรับข้อสอบแบบเขียน โดยใช้เทคนิค 27%

$$P = \frac{\sum H - \sum L}{NM}$$

เมื่อ	$P$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	$\sum H$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	$\sum L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	$N$	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม
	$M$	แทน	คะแนนเต็มของข้อสอบนั้น

2.4 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค ดังนี้  
(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	$S_x^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ

2.5 ค่าความตรงเชิงโครงสร้าง

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบที่
	$\bar{X}_1, \bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ
	$S_1^2, S_2^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ
	$n_1, n_2$	แทน	จำนวนคนกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วัตถุประสงค์ดังกล่าวจำแนกออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงรายละเอียดลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลักษณะเฉพาะ	ความหมาย
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหาและทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

## ตาราง 8 (ต่อ)

ลักษณะเฉพาะ	ความหมาย
พฤติกรรมย่อย	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) เป็นพฤติกรรมย่อยของสมรรถนะวิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้	คือ มาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ)
ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางที่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบต่างๆ
จุดประสงค์	จุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกในแต่ละพฤติกรรมย่อยในแต่ละองค์ประกอบ
รูปแบบข้อสอบ	การกำหนดรูปแบบข้อสอบที่จะวัด เช่น แบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบ
ลักษณะคำถาม	การกำหนดลักษณะของคำถาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนคำตอบของข้อสอบ เช่น คำถามเชิงสถานการณ์ คำถามความรู้ทั่วไป การใช้ข้อมูลผลการทดลอง เป็นต้น
ลักษณะคำตอบ	การระบุแนวคำตอบที่ถูกต้อง
ตัวอย่างข้อสอบ	ข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยประกอบด้วยแนวการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

จากตาราง 8 พบว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะในส่วน of ตัวอย่างข้อสอบควรมีแนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนประกอบ เพื่อให้มีความชัดเจนในการวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ และได้เสนอแนะรูปแบบของข้อสอบควรมีลักษณะที่หลากหลาย ไม่ควรเป็นเขียนตอบหรือเลือกตอบเพียงอย่างเดียว

2. การตรวจสอบคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน  
ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์		แปลผล
	$\bar{x}$	S.D.	
<b>ด้านความถูกต้อง</b>	3.92	0.72	มาก
1. ลักษณะเฉพาะของข้อความรู้และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง	3.80	0.75	มาก
2. ลักษณะเฉพาะข้อสอบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ	3.80	0.75	มาก
3. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการ	3.80	0.98	มาก
4. ลักษณะเฉพาะข้อสอบมีการนิยามอย่างชัดเจน	4.00	0.63	มาก
5. โครงสร้างลักษณะเฉพาะข้อสอบ ครอบคลุมสิ่งที่ ต้องการวัด	4.20	0.4	มาก
<b>ด้านความเหมาะสม</b>	4.00	0.72	มาก
1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วน เกี่ยวข้อง ในการนำไปใช้อย่างชัดเจน	4.00	0.63	มาก
2. การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ นำไปสู่ความ เสมอภาค ในการวัดและประเมินผลของสถานศึกษา	4.00	0.63	มาก
3. สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบ ไปพัฒนาใช้กับการวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ได้	3.80	0.98	มาก
4. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบมีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจ ง่าย และเป็นระบบ	3.80	0.75	มาก
5. การสร้างข้อสอบความสามารถ ตามลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	4.40	0.49	มาก



ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อความ	ผลการวิเคราะห์		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
<b>ด้านความเป็นไปได้</b>	<b>4.12</b>	<b>0.62</b>	<b>มาก</b>
1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการจัดการเรียนรู้	4.00	0.63	มาก
2. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์	4.20	0.75	มาก
3. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ มีความ คุ่มค่าในการนำไปใช้	4.20	0.75	มาก
4. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ นำไปใช้ได้ง่ายไม่ซับซ้อน	3.80	0.40	มาก
5. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้จริง	4.40	0.80	มาก
<b>รวม</b>	<b>4.01</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>

จากตาราง 9 พบว่า ในด้านความถูกต้องมีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.92$ , S.D. = 0.72) ด้านความเหมาะสมมีคะแนน เฉลี่ยในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D. = 0.72) ด้านความเป็นไปได้มีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.12$ , S.D. = 0.62) ภาพรวมของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคุณภาพในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.01$ , S.D. = 0.65)

3. การออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นถึงค่านำหนักของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ควรมีความสำคัญเท่าๆกัน และรูปแบบข้อสอบควรมีลักษณะที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพในสมรรถนะแต่ละด้าน ข้อคำถามควรมีความชัดเจน และจากพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา แสดงผลดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา  
ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาความสอดคล้อง  
ระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อ เสนอ แนะ
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการ ใช้ประจักษ์ พยานฯ		
<b>การเคลื่อนที่และ แรง</b>					
1. วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล ความเร็วกับเวลา ของการเคลื่อนที่ของ วัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ		การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานฯ	1.00	
2. สังเกตและอธิบาย การหาแรงลัพธ์ที่เกิด จากแรงหลายแรงที่ อยู่ในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุโดย การเขียนแผนภาพ การรวมแบบ เวกเตอร์		การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ		1.00	
3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างความเร่งของ		การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานฯ	1.00	

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ		
วัดดูกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ					
4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	0.80	
5. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	0.60	สามารถประเมินด้านที่ 2 ได้
<b>แรงในธรรมชาติ</b>					
6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	-	1.00	
7. สังเกตและอธิบาย	การอธิบาย	การประเมิน	-	1.00	

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อ เสนอ แนะ
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการ ใช้ประจักษ์ พยานฯ		
การเกิด สนามแม่เหล็ก เนื่องจาก กระแสไฟฟ้า	ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ			
8. สังเกตและอธิบาย แรงแม่เหล็กที่กระทำ ต่ออนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ใน สนาม แม่เหล็ก และ แรงแม่เหล็กที่กระทำ ต่อลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านใน สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบาย หลักการทำงานของ มอเตอร์	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	-	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานฯ	0.60	สามารถ ประเมิน ด้านที่ 2 ได้
9. สังเกตและอธิบาย การเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่าง การนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	-	-	1.00	
10. สืบค้นข้อมูลและ อธิบายแรงเข็มและ แรงอ่อน	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง	-	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการใช้	1.00	



## ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ		
การเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า	ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	และออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ			
8. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการการทำงานของมอเตอร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	0.60	สามารถประเมินด้านที่ 2 ได้
9. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	-	1.00	
10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง	-	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้	1.00	

ตาราง 10 (ต่อ)

สมรรถนะวิทยาศาสตร์					
ตัวชี้วัด	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการ ใช้ประจักษ์ พยานฯ	IOC	ข้อ เสนอ แนะ
	วิทยาศาสตร์		ประจักษ์พยานฯ		
<b>พลังงาน</b>					
11. สืบค้นข้อมูลและ อธิบายพลังงาน นิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชันและ ความสัมพันธ์ ระหว่างมวลกับ พลังงานที่ ปลดปล่อยออกมา จากฟิชชันและฟิวชัน	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์		การแปล ความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานฯ	0.80	
12. สืบค้นข้อมูลและ อธิบายการเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับ เทคโนโลยี ที่นำมา แก้ปัญหาหรือ ตอบสนองความ ต้องการทางด้าน พลังงาน โดยเน้น ด้านประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าด้าน	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	-	0.80	สามารถ ประเมิน ด้านที่ 3 ได้

## ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ		
คำใช้จ่าย					
<b>ปรากฏการณ์ของคลื่น</b>					
13. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ		1.00	
14. สังเกตและอธิบาย ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	1.00	
<b>เสียง</b>					
15. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	1.00	
16. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียง	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	1.00	

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ		
และผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง					
17. สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บิดตอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		-	0.80	สามารถประเมินด้านที่ 2 ได้
แสงสี					
19. สังเกตและอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	-	0.80	
20. สังเกตและอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	0.80	สามารถประเมินด้านที่ 2 ได้
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า					
21. สืบค้นข้อมูลและ	-	การประเมิน	การแปล	0.80	



## ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			IOC	ข้อ เสนอ แนะ
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมิน และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	การแปล ความหมาย ข้อมูลและการ ใช้ประจักษ์ พยานฯ		
อธิบายคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า และ หลักการทำงานของ อุปกรณ์บางชนิดที่ อาศัย คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า		และออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะฯ	ความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานฯ		
22. สืบค้นข้อมูลและ อธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าในการ ส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการ สื่อสาร ด้วย สัญญาณแอนะล็อก กับสัญญาณดิจิทัล	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	-	-	1.00	

จากตาราง 10 พบว่า การออกแบบออกลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน  
รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด  
และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหา 0.50 ขึ้นไปทุกข้อคำถาม โดยผู้เชี่ยวชาญให้  
ข้อเสนอแนะในตัวชี้วัดที่ 5 8 17 20 สามารถออกแบบเพื่อประเมินสมรรถนะด้านการประเมินและ  
ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดที่ 12 สามารถออกแบบเพื่อ  
ประเมินสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการออกข้อสอบตามลักษณะเฉพาะควรพิจารณาจากเนื้อหาของแต่ละตัวชี้วัดเพื่อให้ครอบคลุมกับสิ่งที่ผู้ทดสอบได้เรียนรู้มา

ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. การพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามลักษณะเฉพาะที่ได้พัฒนาในตอนต้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ครอบคลุมหน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ทั้งหมด 42 ข้อ เมื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ ทำให้ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 35 ข้อ ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์		
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน
ว 2.2 ม.5/1	-	-	2
ว 2.2 ม.5/2	-	1	-
ว 2.2 ม.5/3	-	1	-
ว 2.2 ม.5/4	1	-	-
ว 2.2 ม.5/5	-	-	1
ว 2.2 ม.5/6	1	-	-
ว 2.2 ม.5/7	-	1	-
ว 2.2 ม.5/8	1	-	1
ว 2.2 ม.5/9	2	-	-
ว 2.2 ม.5/10	2	-	-
ว 2.3 ม.5/11	-	-	2
ว 2.3 ม.5/12	1	1	-

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์		
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
ว 2.3 ม.5/13	1	1	
ว 2.3 ม.5/14	-	2	-
ว 2.3 ม.5/15	2	-	-
ว 2.3 ม.5/16	-	1	-
ว 2.3 ม.5/17	1	-	1
ว 2.3 ม.5/19	1	-	1
ว 2.3 ม.5/20	-	-	2
ว 2.3 ม.5/21	1	1	-
ว 2.3 ม.5/22	1	-	1
<b>รวม</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>11</b>

จากตาราง 11 พบว่าผลการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทั้งหมด 35 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกตัวชี้วัด และมีข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ด้านซึ่งได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 15 ข้อ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 9 ข้อ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 11 ข้อ โดยข้อสอบ 35 ข้อ ผ่านการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก ความตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่น ซึ่งข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะข้อสอบในรูปแบบเลือกตอบและเขียนตอบ ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลรูปแบบข้อสอบ และคะแนนของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	รูปแบบข้อสอบ	คะแนนเต็ม	สมรรถนะวิทยาศาสตร์
1	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
2	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
3	เขียนตอบ	3	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
4	เลือกตอบ	1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	รูปแบบข้อสอบ	คะแนนเต็ม	สมรรถนะวิทยาศาสตร์
5	เลือกตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
6	เลือกตอบ	3	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
7	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
8	เลือกตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
9	เขียนตอบ	2	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
10	เลือกตอบ	1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
11	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
12	เขียนตอบ	1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
13	เลือกตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
14	เขียนตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
15	เขียนตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
16	เขียนตอบ	4	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
17	เขียนตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
18	เขียนตอบ	2	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
19	เลือกตอบ	4	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
20	เขียนตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
21	เขียนตอบ	1	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
22	เขียนตอบ	1	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
23	เลือกตอบ	4	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
24	เขียนตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
25	เขียนตอบ	4	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
26	เขียนตอบ	1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
27	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
28	เขียนตอบ	4	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
29	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
30	เลือกตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
31	เขียนตอบ	3	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ
32	เขียนตอบ	1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์



## ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	รูปแบบข้อสอบ	คะแนนเต็ม	สมรรถนะวิทยาศาสตร์
33	เขียนตอบ	2	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
34	เขียนตอบ	2	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ
35	เลือกตอบ	1	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ

คะแนนเต็มของสอบ คือ 75 คะแนน

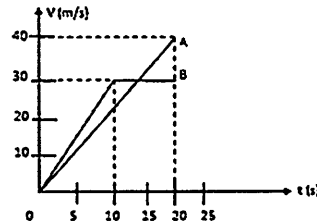
จากตาราง 12 พบว่า ข้อสอบเลือกตอบมี 16 ข้อ และข้อสอบเขียนตอบมี 19 ข้อ โดยแต่ละข้อมีคะแนนรวมของข้อแตกต่างกันไปตามเกณฑ์ของคำตอบ ซึ่งคะแนนเต็มของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเต็ม 75 คะแนน โดยมีรายละเอียดตัวอย่างการพัฒนาข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบดังตาราง 13 ตาราง 13 แสดงผลการพัฒนาข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์	
ข้อที่	1
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์
พฤติกรรมย่อย	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ
ตัวชี้วัด	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ
จุดประสงค์	แปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ
รูปแบบข้อสอบ	เลือกตอบ
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์เกี่ยวกับความเร็วและเวลา โดยมีกราฟความเร็วและเวลา เพื่อให้ นักเรียนแปลความหมายของข้อมูล
ลักษณะ	จะกล่าวถึงความเร็วและเวลาที่มีความสัมพันธ์กัน โดยความเร่งจะเกิดขึ้นเมื่อมี

ตาราง 13 (ต่อ)

## ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์

คำตอบ	การเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงเวลาหนึ่ง
ตัวอย่าง	1. การทดสอบการเร่งเครื่องของรถยนต์ 2 รุ่น โดยการขับขึ้นทางลาดเขา แสดงดัง
ข้อสอบ	กราฟความเร็วและเวลา <span style="float: right;">ข้างล่าง</span>



ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที	ใช่/ไม่ใช่
2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาที เกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่

แนวคำตอบ

1. ไม่ใช่ 2. ใช่

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
ตอบถูก 2 ข้อ	2
ตอบถูก 1 ข้อ	1
ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0

## ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์	
ข้อที่	5
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์
พฤติกรรมย่อย	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ
ตัวชี้วัด	สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ
จุดประสงค์	ออกแบบการหาสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ
รูปแบบข้อสอบ	เขียนตอบ
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์การออกแบบการทดลองด้วยระบบตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมที่มีผลต่อการทดลอง
ลักษณะคำตอบ	การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมที่ชัดเจนและถูกต้อง
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>5. ถ้าต้องการศึกษาว่า “แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุมีผลต่อการเกิดความเร่งของวัตถุหรือไม่” ในการศึกษาครั้งนี้ ควรระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมอย่างไร</p> <p style="padding-left: 40px;">ตัวแปรต้น คือ.....</p> <p style="padding-left: 40px;">ตัวแปรตาม คือ.....</p> <p style="padding-left: 40px;">ตัวแปรควบคุม คือ.....</p> <p><b>แนวการตอบ</b></p> <p style="padding-left: 40px;">ตัวแปรต้น คือ.....แรงลัพธ์.....</p> <p style="padding-left: 40px;">ตัวแปรตาม คือ.....ความเร่ง.....</p> <p style="padding-left: 40px;">ตัวแปรควบคุม คือ.....ความเร็วต้น,มวลของวัตถุ.....</p>

## ตาราง 13 (ต่อ)

## เกณฑ์การให้คะแนน

● ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมถูกต้อง	2
● ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ถูกต้อง	1
● ไม่ระบุ / ระบุตัวแปรต้นและตัวแปรควบคุม/ระบุตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม/ระบุเพียงตัวแปรเดียวระบุ	0

2. การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามลักษณะเฉพาะที่ได้พัฒนาในตอนที่ 1 และมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบดังนี้

2.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะข้อสอบ ดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งมีผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
3	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ควรปรับแนวคำตอบให้ชัดเจน
4	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
6	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้กระชับ
7	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม
8	0	1	-1	+1	+1	0.40	ตัดทิ้ง	คำถามไม่ชัดเจน ไม่สามารถวัดได้



ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
9	+1	0	-1	+1	+1	0.40	ตัดทิ้ง	คำถามไม่ชัดเจน ไม่สามารถวัดได้
10	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบรูปแบบของการเคลื่อนที่ ว่าควรใช้การเคลื่อนที่แบบสั้น หรือซิมเปิ้ล ฮามอร์นิก
11	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบรูปแบบของการเคลื่อนที่
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	ข้อย่อยที่ 2 ควรปรับคำตอบไม่ให้กำวม
13	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้กระชับ หรืออาจใช้เพียงคำถามเดียว
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
15	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบภาษาของตัวเลือกคำตอบ
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
20	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบภาษาของตัวเลือกคำตอบ
21	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้กระชับ
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
23	0	+1	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้กระชับ

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
25	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	คำถาม ควรเปลี่ยนคำว่า เพราะอะไร เป็นคำว่า เพราะเหตุใด
26	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม
27	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ควรกำหนดมวลของวัตถุแต่ละก้อน
28	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
33	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับภาพให้ชัดเจน
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
35	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ข้อย่อยที่ 2 ควรเพิ่มเหตุผลของอาการบวมน้ำ
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
39	-1	0	+1	+1	+1	0.40	ตัดทิ้ง	คำถามยังไม่สามารถวัดได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	ปรับภาพให้ชัดเจน
41	+1	0	+1	0	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กระชับและชัดเจน
42	+1	0	+1	0	+1	0.60	ใช้ได้	ตรวจสอบภาษาของตัวเลือกคำตอบ

จากตาราง 14 พบว่า ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5

ท่าน ข้อสอบสมรรถนะจำนวน 42 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ทั้งหมด 39 ข้อ โดยมีข้อที่ 8 9 39 มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา 0.2 - 0.4 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ จึงได้ตัดข้อสอบข้อดังกล่าว

2.2 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1) ทดสอบข้อสอบสมรรถนะครั้งที่ 1 โดยการทดสอบนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 39 ข้อ ผลปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงผลความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 1

ข้อ	$p$	$r$	แปลผล
1 (1.1)	0.55	0.90	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
1 (1.2)	0.75	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
2 (2.1)	0.70	0.60	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
2 (2.2)	0.50	1.00	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
3	0.57	0.73	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
4	0.85	0.30	ข้อสอบง่ายเกินไป และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
5	0.18	0.35	ข้อสอบยากเกินไป และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
6	0.65	0.70	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
7 (7.1)	0.60	0.80	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
7 (7.2)	0.55	0.90	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
8	0.48	0.75	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
9 (9.1)	0.75	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
9 (9.2)	0.65	0.70	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
10 (10.1)	0.55	0.30	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
10 (10.2)	0.25	0.30	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
11	0.45	0.50	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	$p$	$r$	แปลผล
12	0.05	0.10	ข้อสอบยากเกินไป และมีอำนาจจำแนกต่ำ
13	0.70	0.60	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
14 (14.1)	0.30	0.40	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
14 (14.2)	0.30	0.40	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
15	0.30	0.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
16 (16.1)	0.40	0.20	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
16 (16.2)	0.25	0.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
17	0.35	0.70	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
18	0.48	0.55	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
19	0.70	0.40	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
20	0.20	0.00	ข้อสอบค่อนข้างยาก และไม่มีอำนาจจำแนกต่ำ
21 (21.1)	0.65	0.70	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
21 (21.2)	0.85	0.30	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
22	0.30	0.60	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
23 (23.1)	0.75	0.50	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
23 (23.2)	0.75	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
23 (23.3)	0.65	0.70	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
23 (23.4)	0.40	0.60	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
24	0.48	0.45	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
25	0.33	0.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
26	0.35	0.40	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
27 (27.1)	0.50	1.00	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
27 (27.2)	0.60	0.80	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
27 (27.3)	0.60	0.80	ข้อสอบค่อนข้างง่ายและมีอำนาจจำแนกสูง
27 (27.4)	0.30	0.60	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
28	0.30	0.60	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
29	0.63	0.67	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
30	0.75	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง



ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	$p$	$r$	แปลผล
31 (31.1)	0.60	0.80	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
31 (31.2)	0.60	0.80	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
32	0.62	0.57	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
33 (33.1)	0.60	0.80	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
33 (33.2)	0.65	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
34 (34.1)	0.25	0.30	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
34 (34.2)	0.35	0.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
35	0.50	0.47	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
36	0.50	0.40	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
37	0.65	0.40	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
38	0.58	0.25	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
39	0.60	0.60	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง

จากตารางที่ 15 พบว่า ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 35 ข้อ โดยมีค่าความยาก 0.20 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก 0.25 – 1.00 ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มี 4 ข้อ ได้แก่ข้อ 4 5 12 และ 20 โดยมีค่าความยาก 0.85 0.18 0.05 และ 0.20 ตามลำดับ และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.30 0.35 0.10 และ 0.00 ตามลำดับ

2) ทดสอบข้อสอบสมรรถนะครั้งที่ 2 โดยการทดสอบนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 35 ข้อ ผลปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 2

ข้อ	$p$	$r$	แปลผล
1 (1.1)	0.68	0.30	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
1 (1.2)	0.63	0.54	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
2 (2.1)	0.67	0.43	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	$p$	$r$	แปลผล
2 (2.2)	0.56	0.57	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
3	0.43	0.44	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
4	0.65	0.58	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
5 (5.1)	0.64	0.62	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสูง
5 (5.2)	0.58	0.53	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
6	0.52	0.34	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
7 (7.1)	0.63	0.47	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
7 (7.2)	0.58	0.52	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
8 (8.1)	0.66	0.41	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
8 (8.2)	0.51	0.50	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
9	0.31	0.54	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
10	0.43	0.51	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
11 (11.1)	0.59	0.55	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
11 (11.2)	0.53	0.49	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
12	0.20	0.35	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกปานกลาง
13 (13.1)	0.55	0.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
13 (13.2)	0.40	0.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
14	0.34	0.63	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
15	0.36	0.71	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
16	0.42	0.77	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
17 (17.1)	0.68	0.53	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
17 (17.2)	0.63	0.63	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
18	0.29	0.48	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
19 (19.1)	0.72	0.43	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
19 (19.2)	0.57	0.53	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
19 (19.3)	0.56	0.42	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
19 (19.4)	0.42	0.51	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
20	0.38	0.65	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	$p$	$r$	แปลผล
21	0.38	0.70	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
22	0.23	0.46	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
23 (23.1)	0.68	0.56	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
23 (23.2)	0.58	0.52	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
23 (23.3)	0.54	0.70	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
23 (23.4)	0.39	0.69	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
24	0.45	0.78	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
25	0.43	0.76	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
26	0.27	0.47	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
27 (27.1)	0.69	0.44	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
27 (27.2)	0.61	0.54	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
28	0.41	0.71	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
29 (29.1)	0.63	0.59	ข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
29 (29.2)	0.46	0.51	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
30 (30.1)	0.52	0.61	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
30 (30.2)	0.46	0.58	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
31	0.23	0.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
32	0.25	0.46	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
33	0.37	0.71	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
34	0.31	0.61	ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกสูง
35	0.45	0.83	ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง

จากตาราง 16 พบว่า ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 35 ข้อ โดยมีค่าความยาก 0.20  
– 0.72 และค่าอำนาจจำแนก 0.32 – 0.91 ซึ่งข้อสอบผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน 35 ข้อ โดยการใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ผลปรากฏว่ามีค่า 0.940 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

#### 2.4 ความตรงตามโครงสร้าง

จากการทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้นำคะแนนมาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ โดยใช้เทคนิคกลุ่มรู้ชุด (Known-Group Technique) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ จากการทดสอบข้อสอบจำนวน 35 ข้อ โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่ม 27% ในการแบ่งกลุ่มดังกล่าว ซึ่งได้กลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีจำนวน 98 คน และกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำมีจำนวน 98 คน ผลปรากฏดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงความตรงโครงสร้างของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มนักเรียน	N	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูง	98	56.95	6.59	47.621**
กลุ่มความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ	98	15.25	5.63	

\*\* p < .05

จากตาราง 17 พบว่าข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 56.95 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.59 นักเรียนกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.25 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.63 เมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ากลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามโครงสร้าง



## บทที่ 5

### บทสรุป

การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 .; กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 362 คน

#### สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะในส่วน of ตัวอย่างข้อสอบควรมีแนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนประกอบ เพื่อให้มีความชัดเจนในการวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ และได้เสนอแนะรูปแบบของข้อสอบควรมีลักษณะที่หลากหลาย ไม่ควรเป็นเขียนตอบหรือเลือกตอบเพียงอย่างเดียว

1.2 การตรวจสอบคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ผลปรากฏว่า ด้านความถูกต้องมีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.92$ , S.D. = 0.72) ด้านความเหมาะสมมีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D. = 0.72) ด้านความเป็นไปได้มีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.12$ , S.D. = 0.62) ภาพรวมของ

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคุณภาพในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.01$ , S.D. = 0.65)

1.3 การออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นถึงค่าน้ำหนักของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ควรมีความสำคัญเท่าๆกัน และรูปแบบข้อสอบควรมีลักษณะที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพในสมรรถนะแต่ละด้าน ข้อคำถามควรมีความชัดเจน และจากพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ พบว่า มีความตรงเชิงเนื้อหา 0.50 ขึ้นไปทุกตัวชี้วัด

ดังนั้นการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบจะเป็นแนวทางการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ชัดเจนมากขึ้นสำหรับครูผู้สอน เนื่องจากคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบด้านความถูกต้อง ทำให้ลักษณะเฉพาะมีความน่าเชื่อถือ ด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้ ทำให้ลักษณะเฉพาะที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความเหมาะสมสำหรับการวัดและประเมินผลทางด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำไปปฏิบัติใช้ในการวัดและประเมินผล ซึ่งจะทำให้ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะมีความตรงเชิงเนื้อหา สามารถวัดได้ครอบคลุม และมีความตรงเชิงโครงสร้างในการจำแนกผู้ที่มีความสามารถแตกต่างกัน

2. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 การพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามลักษณะเฉพาะที่ได้พัฒนาในตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ครอบคลุมหน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ทั้งหมด 35 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกตัวชี้วัด และมีข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ด้านซึ่งได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 15 ข้อ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 9 ข้อ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 11 ข้อ โดยข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะข้อสอบในรูปแบบเลือกตอบและเขียนตอบ

2.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

### 2.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ

ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลมาหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ทั้งหมด 39 ข้อ โดยมีข้อที่ 8 9 39 มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา 0.2 - 0.4 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยจึงได้ตัดข้อสอบดังกล่าว

### 2.2.2 ความยากและอำนาจจำแนกราย

ข้อของแบบข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 35 ข้อ โดยมีค่าความยาก 0.20 – 0.72 และค่าอำนาจจำแนก 0.32 – 0.91 ซึ่งข้อสอบผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

### 2.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 ข้อ โดยการใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ผลปรากฏว่ามีค่า 0.940 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

### 2.2.4 ความตรงตามโครงสร้าง

ข้อของแบบข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 56.95 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.59 นักเรียนกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.25 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.63 เมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ากลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามโครงสร้าง

ดังนั้นการพัฒนาลักษณะเฉพาะทำให้ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ซึ่งคุณภาพข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ทำให้ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และทำให้ข้อสอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง สามารถจำแนก



ผู้ทดสอบออกเป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงและกลุ่มที่มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำได้ชัดเจน ซึ่งการที่ข้อสอบมีคุณภาพในด้านความตรงนั้นยังส่งผลต่อความเชื่อมั่นของข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมา เมื่อนำข้อสอบดังกล่าวไปวัดและประเมินผู้เรียนในครั้งต่อไป ผลการวัดจะมีความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ

## อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการร่างลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ก่อนสร้างข้อสอบตามลักษณะเฉพาะ โดยได้ศึกษาองค์ประกอบของลักษณะเฉพาะข้อสอบจากเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ Florida Department of Education (2012), Indiana Department of Education (2018), เจษฎา ชมชื่น (2553), ศิริณกาญจน์ ภูมิรัง (2555), อนันดา สันฐิตวิณัย (2556), ณัฐพล สิทธิกุล (2560) และกุลจิรา ฝุ่นวัง (2561) โดยนำข้อมูลลักษณะเฉพาะของข้อสอบมาสังเคราะห์ พบว่า องค์ประกอบลักษณะเฉพาะข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ประกอบด้วย พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และตัวอย่างข้อสอบ โดยภายในตัวอย่างข้อสอบจะมีแนวคำตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน และรูปแบบของข้อสอบควรมีลักษณะที่หลากหลาย ไม่ควรเป็นเขียนตอบหรือเลือกตอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งองค์ประกอบของลักษณะเฉพาะที่ถูกพัฒนาขึ้นมีความชัดเจน ทำให้ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะเป็นข้อสอบที่จะวัดได้ครอบคลุมตัวชี้วัด สมรรถนะวิทยาศาสตร์ และตรงตามจุดประสงค์ของข้อสอบ โดยลักษณะเฉพาะดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพได้ โดยข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบจะทำให้ข้อสอบมีคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหา คือ ข้อสอบจะสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา คุณภาพความตรงเชิงโครงสร้าง คือ ข้อสอบจะสามารถจำแนกกลุ่มที่มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) ลักษณะเฉพาะเป็นการจัดระบบ หรือสร้างเกณฑ์สำหรับการเขียนข้อสอบให้มีความสมบูรณ์ มีความเป็นปรนัย ซึ่งการสร้างเกณฑ์ดังกล่าวจะให้เกิดความสะดวกในการเขียนข้อสอบที่ครอบคลุม และช่วยให้ข้อสอบสามารถวัด



พฤติกรรมที่ต้องการ ดังนั้น การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบจะเป็นทำให้เกิดแนวทางการสร้างข้อสอบที่ครอบคลุมและมีคุณภาพ และสอดคล้องกับสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (2559) ได้กล่าวถึงการกำหนดการใช้ลักษณะเฉพาะของข้อสอบในการออกข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อให้ข้อสอบมีความตรง (Validity) ที่ต้องการวัด

1.2 ตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญจะประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการพัฒนาลักษณะเฉพาะผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์จากแหล่งข้อมูลระดับประเทศที่มีความน่าเชื่อถือ 2 แหล่ง ได้แก่ สำนักทดสอบการศึกษา และสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะที่มีความทันสมัย ทำให้เกิดการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่มีความเหมาะสมสำหรับการวัดและประเมินด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยการพัฒนาลักษณะเฉพาะครั้งนี้จะคำนึงถึงการนำไปปฏิบัติงานได้จริงของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ รวมทั้งได้ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมิน และการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งจะพาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสามารถนำไปสู่การพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับนรพูล สิทธิกุล (2560) คุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบในด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้ ที่มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากจะสามารถนำไปศึกษาและสร้างแบบสอบได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและเป็นไปได้ ดังนั้นลักษณะเฉพาะที่มีคุณภาพทั้ง 3 ด้านจะสามารถทำให้การพัฒนาข้อสอบตามลักษณะเฉพาะดังกล่าวจะเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพและสามารถวัดได้ครอบคลุมในสิ่งที่ต้องการวัด เนื่องจากลักษณะเฉพาะของข้อสอบมีการสังเคราะห์จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและทันสมัย

1.3 การออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นถึงค่าน้ำหนักของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ควรมีความสำคัญเท่าๆกัน และรูปแบบข้อสอบควรมีลักษณะที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพในสมรรถนะแต่ละด้าน ข้อคำถามควรมีความชัดเจน และจากพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะพาลักษณะเฉพาะที่พัฒนาขึ้นตาม

ลักษณะเฉพาะมีความตรงเชิงเนื้อหา สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด พบว่า มีความตรงเชิงเนื้อหา 0.50 ขึ้นไปทุกตัวชี้วัด และผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม การออกข้อสอบตามลักษณะเฉพาะควรพิจารณาจากเนื้อหาของแต่ละตัวชี้วัดเพื่อให้ครอบคลุมกับสิ่งที่ผู้ทดสอบได้เรียนรู้มา ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจะต้องกำหนดจุดหมายของการประเมินให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การประเมินครอบคลุมตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## 2. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 การพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีการกำหนดพฤติกรรมย่อยของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหาและทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) โดยมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 35 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกตัวชี้วัด และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยมีข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ด้านซึ่งได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 15 ข้อ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 9 ข้อ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 11 ข้อ โดยข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะข้อสอบในรูปแบบเลือกตอบและเขียนตอบ เพื่อให้ข้อสอบมีลักษณะที่หลากหลายและได้พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะที่มีคุณภาพซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ควรมีหลายแบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงศักยภาพทั้ง 3 ด้านของตนเองออกมาอย่างเต็มที่

2.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบสมรรถนะ

วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาจากความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และความตรงเชิงโครงสร้าง

เมื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา โดยนำค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อ กับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ จำนวน 42 ข้อ มาพิจารณา ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 39 ข้อที่ผ่านเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 - 1.00 โดยมีข้อสอบที่ได้รับการพิจารณานั้น ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงข้อคำถามที่ไม่มีความชัดเจน และคำถามที่ยังไม่สามารถวัดได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อคำถาม ปรับภาษาของข้อคำถามและแนวคำตอบให้มีความชัดเจน และมีความเป็นปรนัยมากขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ข้อสอบดังกล่าวจึงมีความตรงเชิงเนื้อหา โดยข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหาจะเป็นข้อสอบที่มีข้อคำถามสอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับประสพชัย พสุนนท์ (2558) ความตรงเชิงเนื้อหาเป็นการตรวจสอบด้านข้อคำถามกับเนื้อหา หรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด เมื่อค่า IOC ควรมีค่ามากกว่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความตรงด้านเนื้อหา ความรู้ และประสบการณ์ที่ต้องการสอบถามในข้อคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลจากการวัดที่ มีความครอบคลุมองค์ความรู้หรือประสบการณ์ของผู้ทดสอบ

การตรวจสอบค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์จำนวน 35 ข้อ มีความยากที่พอเหมาะ โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.72 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.32 - 0.91 ข้อสอบดังกล่าวจึงเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ เนื่องจากข้อสอบได้มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ทำให้การวัดและประเมินความคลุมเนื้อหาและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผลของการวัดและประเมินทำให้ทราบความสามารถของผู้ทดสอบแต่ละบุคคล และสามารถจำแนกคนเก่ง และคนอ่อน นอกจากนั้นยังทำให้สามารถตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ระดับความยากง่ายของข้อสอบควรมีความยากง่ายที่พอเหมาะ และอำนาจจำแนกของข้อสอบจะทำให้สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีความสามารถสูงและผู้ที่มีความสามารถต่ำ โดยถือว่าคนที่มีความสามารถสูงจะสามารถทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่มีความสามารถต่ำจะไม่สามารถทำข้อสอบข้อนั้นได้



การตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์มีค่าเท่ากับ 0.94 ซึ่งมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง เนื่องจากข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์นี้ได้พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะที่มีคุณภาพ และมีการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทำให้ข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมถึงมีการตรวจสอบคุณภาพอย่างต่อเนื่องซึ่งทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 ที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของเจษฎา ชมชื่น (2553) อนันดา สันฐิติวณิช (2556) ณัฐพล สิทธิกุล (2560) และกุลจิรา ฝุ่นวง (2561) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบในรายวิชาต่างๆ พบว่า การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบทำให้ได้แนวทางการพัฒนาข้อสอบที่ชัดเจน ข้อสอบจึงมีความตรงเชิงเนื้อหา สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ทำให้ข้อสอบนั้นมีความเชื่อมั่นระดับสูงด้วย หมายความว่าข้อสอบมีความสามารถวัดคงเส้นคงวา

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยแบบผู้ทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ พบว่า กลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 56.95 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.59 นักเรียนกลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.25 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.63 เมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า กลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มผู้มีความสามารถด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามโครงสร้าง ทำให้ข้อสอบดังกล่าวสามารถคัดกลุ่มนักเรียนที่มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มที่มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำ เนื่องจากข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะเป็นการพัฒนาที่มีการตรวจสอบคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ทำให้ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีความครอบคลุมเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดและประเมินผล ดังนั้นผลของการทดสอบจึงทำให้ทราบความแตกต่างของผู้ทดสอบแต่ละคน และสามารถแบ่งกลุ่มผู้มีความสามารถทางสมรรถนะวิทยาศาสตร์สูง และสามารถแบ่งกลุ่มผู้มีความสามารถทางสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำได้ชัดเจน ข้อสอบจึงมีความตรงเชิงโครงสร้าง อีกทั้งข้อมูลของผลการวัดและประเมิน สามารถนำไปพัฒนาผู้เรียน และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ให้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับประสพชัย พสุนนท์ (2558) การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างเทคนิค



วิธีการใช้กลุ่มรู้จัก (Known-Group Technique) เป็นการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จะทำให้ได้กลุ่มที่มีลักษณะสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด และกลุ่มที่มีลักษณะตรงข้ามกับสิ่งที่ต้องการวัด และศิริชัย กาญจนวาสี (2556) การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนที่วัดระหว่างกลุ่มทำให้แน่ชัดว่าแต่ละกลุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกัน

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรมีการเผยแพร่ลักษณะเฉพาะของข้อสอบกับครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะได้มีแนวทางในการเขียนข้อสอบที่ชัดเจน และมีคุณภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวัดและประเมินผลของโรงเรียน
2. การนำลักษณะเฉพาะไปใช้ในการออกข้อสอบ ควรศึกษาลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่และเลือกใช้รูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสม เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทแต่ละการวัดและประเมินของครูผู้สอน

#### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ควรมีการดำเนินการสร้างข้อสอบตามลักษณะเฉพาะในรายวิชาอื่นๆ และในระดับชั้นอื่นๆ ด้วย เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษา
2. การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ควรให้ครูผู้สอนมีส่วนร่วมในการพัฒนาข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่ได้รับการพัฒนา



### บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ.
- กุลจิรา ฝุ่นวัง. (2561). การสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 29(3), 174-189.
- เจษฎา ชมชื่น. (2553). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.
- ญาติ วิฒนากร. (2558). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการท างานร่วมกับผู้อื่นแห่ง ศตวรรษที่ 21 ของนิสิตปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐพล สิทธิกุล. (2560). การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- เนติ เฉลยวาเรศ. (2556). การประเมินอภิมาธ : แนวคิดและหลักการ. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ. 3(4), 7-9.
- เยาวทิภา นามคุณ. (2562). เอกสารประกอบการสอนวิชาวัดและประเมินผล. ลำปาง: มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.
- วัชรภา เล่าเรียนดี และคณะ. (2560). กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษา สำหรับศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: เพชรเกษมพริ้นติ้ง.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริณกาญจน์ ภูมิรุ่ง. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยวิธีกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (กรกฎาคม – สิงหาคม 2559). O-NET กับการปฏิรูปการศึกษา. จดหมายข่าว (NIETS News). 10(59), 1-8.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. (2555). การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. ซีเอ็ดยูเคชั่น: กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. (2558). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน โครงการ PISA 2015. กรุงเทพฯ.
- สายฝน วิบูลรังสรรค์. (2542). การเปรียบเทียบคุณภาพและคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบที่เขียน ข้อสอบจากการกำหนดลักษณะของข้อสอบและรูปแบบพาเซท. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุทธิวรรณ พิศักดิโสภณ (ผู้บรรยาย). (ม.ป.ป.). การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9.
- สุมาลี จันทร์ขลอ. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- สุเทพ สันติวรานนท์. (2533). การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2559). คู่มือการพัฒนาศักยภาพครูผู้สอบและศึกษานิเทศก์ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเขียนตอบตามแนวการทดสอบระดับนานาชาติ. กรุงเทพฯ
- อนันดา สันจิติวณิชย์. (2556). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัดความสามารถ ด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียน กับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- ฮิวจ์ เดลานี. (22 เมษายน 2562). การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21. Unicef. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2562, จาก <https://www.unicef.org/thailand/th/stories/การศึกษาสำหรับศตวรรษที่-21>
- Florida Department of Education. (2012). FCAT 2.0 Test Item Specifications. Retrieved July 20, 2019, from <http://www.fldoe.org/accountability/assessments/k-12-student-assessment/archive/fcat-2-0/test-items-specifications.shtml>
- Indiana Department of Education. (2018). ILEARN Test Design. Retrieved July 20, 2019, from <https://www.doe.in.gov/assessment/ilearn-test-design>





## ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และ  
ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์

- |   |   |
|---|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตยาภาณุจันต์ ไตพิทักษ์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและ<br>ประเมินทางการศึกษา<br>ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ปาณาวงษ์          | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและ<br>ประเมินทางการศึกษา<br>ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 3. ดร. ชีรพงศ์ จุลสายพันธ์                        | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเพชร<br>พิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์   |
| 4. นายสรวิศ พรหมอ่อน                              | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหล่มสัก<br>วิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์  |
| 5. นางสาวหิรัญญา แก้วโก                           | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหล่มสัก<br>วิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์  |

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้กำหนดการตรวจสอบ  
คุณภาพ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้

รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์		แปลผล
	$\bar{x}$	S.D.	
<b>ด้านความถูกต้อง</b>	3.92	0.72	<b>มาก</b>
1. ลักษณะเฉพาะของข้อความรู้และสมรรถนะวิทยาศาสตร์ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง	3.80	0.75	มาก
2. ลักษณะเฉพาะข้อสอบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ	3.80	0.75	มาก
3. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการ	3.80	0.98	มาก
4. ลักษณะเฉพาะข้อสอบมีการนิยามอย่างชัดเจน	4.00	0.63	มาก
5. โครงสร้างลักษณะเฉพาะข้อสอบ ครอบคลุมสิ่งที่ ต้องการวัด	4.20	0.4	มาก
<b>ด้านความเหมาะสม</b>	4.00	0.72	<b>มาก</b>
1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วน เกี่ยวข้อง ในการนำไปใช้อย่างชัดเจน	4.00	0.63	มาก
2. การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ นำไปสู่ความ เสมอภาค ในการวัดและประเมินผลของสถานศึกษา	4.00	0.63	มาก
3. สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบ ไปพัฒนาใช้กับการวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ได้	3.80	0.98	มาก
4. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบมีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจ ง่าย และเป็นระบบ	3.80	0.75	มาก
5. การสร้างข้อสอบความสามารถ ตามลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	4.40	0.49	มาก

ข้อความ	ผลการวิเคราะห์		แปลผล
	$\bar{x}$	S.D.	
<b>ด้านความเป็นไปได้</b>	<b>4.12</b>	<b>0.62</b>	<b>มาก</b>
1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการจัดการเรียนรู้	4.00	0.63	มาก
2. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์	4.20	0.75	มาก
3. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ มีความ คุ่มค่าในการนำไปใช้	4.20	0.75	มาก
4. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ นำไปใช้ได้ง่ายไม่ซับซ้อน	3.80	0.40	มาก
5. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้จริง	4.40	0.80	มาก
<b>รวม</b>	<b>4.01</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>



ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
3	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ควรปรับแนวคำตอบให้ชัดเจน
4	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
6	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้กระชับ
7	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม
8	0	1	-1	+1	+1	0.40	ตัดทิ้ง	คำถามไม่ชัดเจน ไม่สามารถวัดได้
9	+1	0	-1	+1	+1	0.40	ตัดทิ้ง	คำถามไม่ชัดเจน ไม่สามารถวัดได้
10	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบรูปแบบของการเคลื่อนที่ ว่าควรใช้การเคลื่อนที่แบบสั่น หรือซิมเปิลฮาร์มอนิก
11	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบรูปแบบของการเคลื่อนที่
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	ข้อย่อยที่ 2 ควรปรับคำตอบไม่ให้กำกวม
13	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้กระชับ หรืออาจใช้เพียงคำถามเดียว
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
15	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบภาษาของตัวเลือก

คำตอบ									
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
20	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้	ตรวจสอบภาษาของตัวเลือก	
คำตอบ									
21	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้	
กระชับ									
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
23	0	+1	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับสถานการณ์คำถามให้	
กระชับ									
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
25	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	คำถาม ควรเปลี่ยนคำว่า	
เพราะอะไร เป็นคำว่า เพราะ									
เหตุใด									
26	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม	
27	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ควรกำหนดมวลของวัตถุแต่ละ	
ก่อน									
28	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กำกวม	
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
33	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ปรับภาพให้ชัดเจน	
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	
35	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้	ข้อย่อยที่ 2 ควรเพิ่มเหตุผล	
ของอาการบวมน้ำ									
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-	

37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	-
39	-1	0	+1	+1	+1	0.40	ตัดทิ้ง	คำถามยังไม่สามารถวัดได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	ปรับภาพให้ชัดเจน
41	+1	0	+1	0	+1	0.60	ใช้ได้	ปรับคำถามไม่ให้กระชับและ ชัดเจน
42	+1	0	+1	0	+1	0.60	ใช้ได้	ตรวจสอบภาษาของตัวเลือก คำตอบ



ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตรวจสอบความยาก และอำนาจจำแนกข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 ข้อ โดยทำการ  
ตรวจสอบครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา และความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ

ข้อ	$p$	$r$	ข้อ	$p$	$r$
1 (1.1)	0.55	0.90	16 (16.2)	0.25	0.50
1 (1.2)	0.75	0.50	17	0.35	0.70
2 (2.1)	0.70	0.60	18	0.48	0.55
2 (2.2)	0.50	1.00	19	0.70	0.40
3	0.57	0.73	20	0.20	0.00
4	0.85	0.30	21 (21.1)	0.65	0.70
5	0.18	0.35	21 (21.2)	0.85	0.30
6	0.65	0.70	22	0.30	0.60
7 (7.1)	0.60	0.80	23 (23.1)	0.75	0.50
7 (7.2)	0.55	0.90	23 (23.2)	0.75	0.50
8	0.48	0.75	23 (23.3)	0.65	0.70
9 (9.1)	0.75	0.50	23 (23.4)	0.40	0.60
9 (9.2)	0.65	0.70	24	0.48	0.45
10 (10.1)	0.55	0.30	25	0.33	0.45
10 (10.2)	0.25	0.30	26	0.35	0.40
11	0.45	0.50	27 (27.1)	0.50	1.00
12	0.05	0.10	27 (27.2)	0.60	0.80
13	0.70	0.60	27 (27.3)	0.60	0.80
14 (14.1)	0.30	0.40	27 (27.4)	0.30	0.60
14 (14.2)	0.30	0.40	28	0.30	0.60
15	0.30	0.50	29	0.63	0.67
16 (16.1)	0.40	0.20	30	0.75	0.50

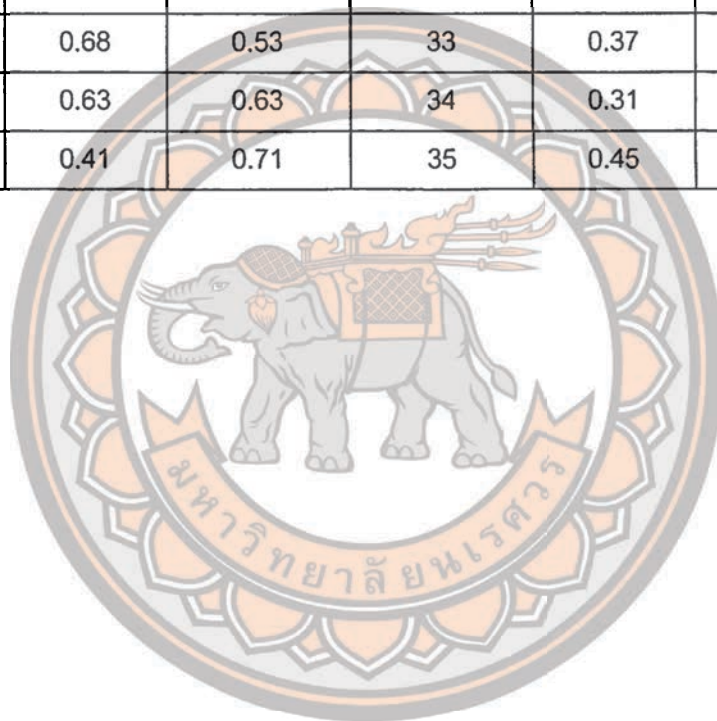


ข้อ	$p$	$r$	ข้อ	$p$	$r$
31 (31.1)	0.60	0.80	34 (34.2)	0.35	0.50
31 (31.2)	0.60	0.80	35	0.50	0.47
32	0.62	0.57	36	0.50	0.40
33 (33.1)	0.60	0.80	37	0.65	0.40
33 (33.2)	0.65	0.50	38	0.58	0.25
34 (34.1)	0.25	0.30	39	0.60	0.60

ผู้วิจัยตรวจสอบครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบ  
สมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 ข้อ

ข้อ	$p$	$r$	ข้อ	$p$	$r$
1 (1.1)	0.68	0.30	18	0.29	0.48
1 (1.2)	0.63	0.54	19 (19.1)	0.72	0.43
2 (2.1)	0.67	0.43	19 (19.2)	0.57	0.53
2 (2.2)	0.56	0.57	19 (19.3)	0.56	0.42
3	0.43	0.44	19 (19.4)	0.42	0.51
4	0.65	0.58	20	0.38	0.65
5 (5.1)	0.64	0.62	21	0.38	0.70
5 (5.2)	0.58	0.53	22	0.23	0.46
6	0.52	0.34	23 (23.1)	0.68	0.56
7 (7.1)	0.63	0.47	23 (23.2)	0.58	0.52
7 (7.2)	0.58	0.52	23 (23.3)	0.54	0.70
8 (8.1)	0.66	0.41	23 (23.4)	0.39	0.69
8 (8.2)	0.51	0.50	24	0.45	0.78
9	0.31	0.54	25	0.43	0.76
10	0.43	0.51	26	0.27	0.47
11 (11.1)	0.59	0.55	27 (27.1)	0.69	0.44
11 (11.2)	0.53	0.49	27 (27.2)	0.61	0.54

ข้อ	$p$	$r$	ข้อ	$p$	$r$
12	0.20	0.35	29 (29.1)	0.63	0.59
13 (13.1)	0.55	0.45	29 (29.2)	0.46	0.51
13 (13.2)	0.40	0.50	30 (30.1)	0.52	0.61
14	0.34	0.63	30 (30.2)	0.46	0.58
15	0.36	0.71	31	0.23	0.42
16	0.42	0.77	32	0.25	0.46
17 (17.1)	0.68	0.53	33	0.37	0.71
17 (17.2)	0.63	0.63	34	0.31	0.61
28	0.41	0.71	35	0.45	0.83



## ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### แบบประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### คำชี้แจง

โปรดพิจารณาลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเอกสารที่ได้แนบมา และประเมินคุณภาพลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลงในเอกสารฉบับนี้ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นต่อลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเพิ่มเติมต่อลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นต่อลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในตารางตามระดับความคิดเห็นของท่าน

#### ระดับความคิดเห็น

- 5 หมายถึง เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับน้อยที่สุด

**ด้านความถูกต้อง** เป็นการพิจารณาลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา  
ฟิสิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง ชัดเจนตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดและมีความน่าเชื่อถือได้

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านความถูกต้อง</b>					
1. ลักษณะเฉพาะของข้อความรู้และสมรรถนะ วิทยาศาสตร์มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง					
2. ลักษณะเฉพาะข้อสอบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ					
3. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง					
4. ลักษณะเฉพาะข้อสอบมีการนิยามอย่างชัดเจน					
5. โครงสร้างลักษณะเฉพาะข้อสอบ ครอบคลุมสิ่งที่ ต้องการวัด					

**ด้านความเหมาะสม** เป็นการพิจารณาลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น  
มีการดำเนินการตาม หลักการคำนึงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งาน

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านความเหมาะสม</b>					
1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วน เกี่ยวข้อง ในการนำไปใช้อย่างชัดเจน					
2. การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ นำไปสู่ ความเสมอภาค ในการวัดและประเมินผลของแต่ละ สถานศึกษา					
3. สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของ ข้อสอบฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ได้					
4. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่ เข้าใจง่าย และเป็นระบบ					
5. การสร้างข้อสอบความสามารถฯ ตามลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง					



ด้านความเป็นไปได้ เป็นการพิจารณาลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง มีความคุ้มค่าในด้านประโยชน์ที่จะได้รับ

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านความเป็นไปได้</b>					
1. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการเรียนการสอน					
2. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์					
3. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ มีความ คุ้มค่าในการนำไปใช้					
4. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ นำไปใช้ได้ง่ายไม่ซับซ้อน					
5. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้จริง					

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเพิ่มเติมต่อลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ท่านคิดว่าควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุงประเด็นใดในลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบ  
ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
5 เพื่อนำไปใช้พัฒนา ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ หมายถึง เอกสารที่กำหนด  
รายละเอียดของมาตรฐาน เนื้อหา รูปแบบของแบบ สอบและข้อสอบ สำหรับผู้ออกข้อสอบและผู้  
ตรวจสอบ โดยระบุแนวทางการสร้างข้อสอบจากมาตรฐานที่กำหนด และพัฒนาข้อสอบ เพื่อเป็น  
แนวทางให้ผู้出题ข้อสอบสามารถนำไปใช้สร้างข้อสอบได้สะดวก เข้าใจได้ง่าย และเป็นไปใน  
ทิศทางเดียวกัน องค์ประกอบของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ได้แก่ พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย  
มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ เกณฑ์  
การให้ และตัวอย่างข้อสอบ

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน  
รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. การวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง  
วิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ  
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปล  
ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence  
Scientifically) ควรให้น้ำหนักความสำคัญในการวัดแต่ละด้านมากน้อยเพียงใด โดยทำ  
เครื่องหมาย ✓ แสดงความเห็นว่าคุณค่าความสำคัญของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ควรมีค่าน้ำหนัก  
คะแนนมากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าน้ำหนักคะแนนมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน

สมรรถนะวิทยาศาสตร์	ค่าน้ำหนักคะแนน				
	5	4	3	2	1
1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์					

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะ  
วิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบ  
ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
5 เพื่อนำไปใช้พัฒนา ลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ หมายถึง เอกสารที่กำหนด  
รายละเอียดของมาตรฐาน เนื้อหา รูปแบบของแบบ สอบและข้อสอบ สำหรับผู้ออกข้อสอบและผู้  
ตรวจสอบ โดยระบุแนวทางการสร้างข้อสอบจากมาตรฐานที่กำหนด และพัฒนาข้อสอบ เพื่อเป็น  
แนวทางให้ผู้出题ข้อสอบสามารถนำไปใช้สร้างข้อสอบได้สะดวก เข้าใจได้ง่าย และเป็นไปใน  
ทิศทางเดียวกัน องค์ประกอบของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ได้แก่ พฤติกรรมหลัก พฤติกรรมย่อย  
มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ เกณฑ์  
การให้ และตัวอย่างข้อสอบ

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบลักษณะเฉพาะข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ใน  
รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. การวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง  
วิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ  
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปล  
ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence  
Scientifically) ควรให้น้ำหนักความสำคัญในการวัดแต่ละด้านมากน้อยเพียงใด โดยทำ  
เครื่องหมาย ✓ แสดงความเห็นว่าคุณค่าความสำคัญของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ควรมีค่าน้ำหนัก  
คะแนนมากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าน้ำหนักคะแนนมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน

สมรรถนะวิทยาศาสตร์	ค่าน้ำหนักคะแนน				
	5	4	3	2	1
1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์					

2. รูปแบบข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรลักษณะใด จึงจะเหมาะสม โดยทำเครื่องหมาย ✓ แสดงความเห็นรูปแบบข้อสอบที่เหมาะสม

- แบบเลือกตอบ เป็นรูปแบบข้อสอบที่มีลักษณะคำถามที่ให้ผู้สอบได้แสดงสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านโดยให้ผู้สอบได้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก
- แบบตอบสั้น เป็นรูปแบบข้อสอบที่มีลักษณะคำถามที่ให้ผู้สอบได้แสดงสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านของผู้สอบ โดยให้ผู้สอบเขียนคำตอบสั้นๆ หรือประโยคสั้นๆ
- แบบเขียนตอบ เป็นรูปแบบข้อสอบที่มีลักษณะคำถามที่ให้ผู้สอบได้แสดงสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านของผู้สอบ โดยให้ผู้สอบเขียนตอบแสดงความคิดเห็น
- อื่นๆ.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....



3. โปรดพิจารณาตัวสมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ แสดงความเห็น ว่า ตัวชี้วัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
การเคลื่อนที่และแรง							
1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ	-	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
2. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ โดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์	-	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	-				
3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	-	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
4. สังเกตและอธิบายแรง	การอธิบาย	-	การแปล				

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
กิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
5. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
<b>แรงในธรรมชาติ</b>							
6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	-				
7. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	-				

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
8. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
9. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	-				
10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	-	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
<b>พลังงาน</b>							
11. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์	การอธิบายปรากฏการณ์	-	การแปลความหมาย				

ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ฟิสิกส์และฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิสิกส์และฟิวชัน	ในเชิงวิทยาศาสตร์		ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				
W12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองของความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	-				
<b>ปรากฏการณ์ของคลื่น</b>							
13. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง	การประเมินและออกแบบกระบวนการ	-				



ตัวชี้วัด	สมรรถนะวิทยาศาสตร์			ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
รวมคลื่น	วิทยาศาสตร์	สืบเสาะฯ					
14. สังเกตและอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะฯ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานฯ				

**แบบประเมินความเหมาะสมของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง**

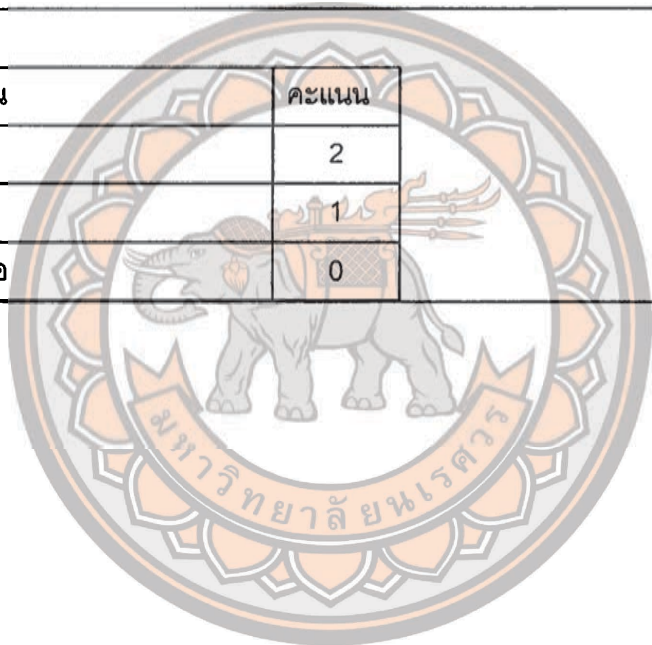
1. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์
2. การสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความเหมาะสมสอดคล้องของข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะข้อสอบกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาเป็นข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
3. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านว่าในแต่ละข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ในระดับใด โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้
  - +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์
  - 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์
  - 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	1				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ				
จุดประสงค์	แปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ				
รูปแบบข้อสอบ	เลือกตอบ				
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์เกี่ยวกับความเร็วและเวลา โดยมีกราฟความเร็วและเวลา				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ						
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย							
ลักษณะคำตอบ	จะกล่าวถึงความเร็วและเวลาที่มีความสัมพันธ์กัน โดยความเร็วจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงเวลาหนึ่ง										
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>1. การทดสอบการเร่งเครื่องของรถยนต์ 2 รุ่น โดยการขับขึ้นเขา แสดงดังกราฟความเร็วและเวลาข้างล่าง</p> <p>ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่</p> <table border="1" data-bbox="479 911 1494 1082"> <thead> <tr> <th>ข้อสรุป</th> <th>ใช่/ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีเกิดความเร่ง</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table> <p>แนวคำตอบ 1. ไม่ใช่ 2. ใช่</p>	ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่	1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที	ใช่/ไม่ใช่	2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่				
ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่										
1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที	ใช่/ไม่ใช่										
2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่										



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์			ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
เกณฑ์การให้คะแนน	รายการประเมิน	คะแนน				
	ตอบถูก 2 ข้อ	2				
	ตอบถูก 1 ข้อ	1				
	ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0				




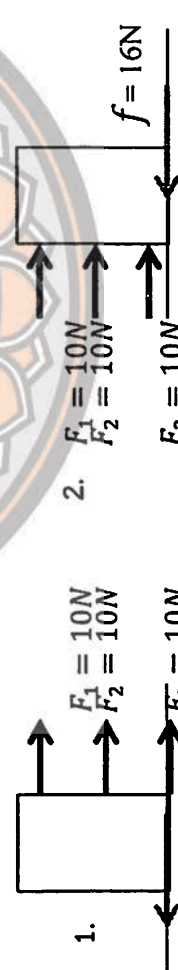
ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	2				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ				
จุดประสงค์	แปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลา เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุจากผลการทดลอง				
รูปแบบข้อสอบ	เลือกตอบ				
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์เกี่ยวกับความเร็วและเวลา โดยมีกราฟความเร็วและเวลา				

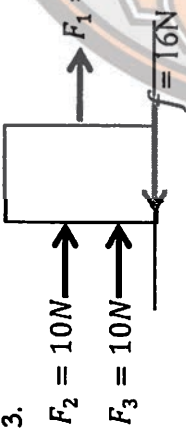
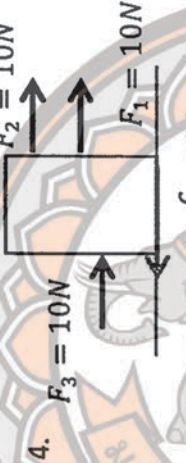
ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ลักษณะคำตอบ	จะกล่าวถึงความเร็วและเวลาที่มีความสัมพันธ์กัน โดยความเร่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงเวลาหนึ่ง				
ตัวอย่างข้อสอบ	2. การทดสอบการวิ่งของนักกีฬาทั้ง 3 คน แสดงดังตารางดังต่อไปนี้				
	เวลา (s)	นักกีฬา A ความเร็ว (m/s)	นักกีฬา B ความเร็ว (m/s)	นักกีฬา C ความเร็ว (m/s)	
	0	0	0	0	
	10	10	10	15	
	20	20	15	20	
	30	30	20	25	
	40	40	20	15	
	50	50	20	15	

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอนะ								
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย									
ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อสรุป</th> <th>ใช่/ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ช่วงเวลา 0-20 วินาที นักกีฬาทั้ง 3 คนมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วทำให้ไม่เกิดเกิดความเร่ง</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>2. มีนักกีฬา B เพียงคนเดียวไม่เกิดความเร่งในช่วงเวลา 10 วินาทีสุดท้าย</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>		ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่	1 ช่วงเวลา 0-20 วินาที นักกีฬาทั้ง 3 คนมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วทำให้ไม่เกิดเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่	2. มีนักกีฬา B เพียงคนเดียวไม่เกิดความเร่งในช่วงเวลา 10 วินาทีสุดท้าย	ใช่/ไม่ใช่						
ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่												
1 ช่วงเวลา 0-20 วินาที นักกีฬาทั้ง 3 คนมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วทำให้ไม่เกิดเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่												
2. มีนักกีฬา B เพียงคนเดียวไม่เกิดความเร่งในช่วงเวลา 10 วินาทีสุดท้าย	ใช่/ไม่ใช่												
<p><u>แนวการตอบ</u></p> <p>1. ไม่ใช่ 2. ไม่ใช่</p> <p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>รายการประเมิน</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ตอบถูก 2 ข้อ</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 1 ข้อ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		รายการประเมิน	คะแนน	ตอบถูก 2 ข้อ	2	ตอบถูก 1 ข้อ	1	ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0				
รายการประเมิน	คะแนน												
ตอบถูก 2 ข้อ	2												
ตอบถูก 1 ข้อ	1												
ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0												



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	3				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์				
จุดประสงค์	ออกแบบการทดลองของแรงลัพธ์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้				
รูปแบบข้อสอบ	เขียนตอบ				
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์เกี่ยวกับแรงกระทำที่มากกว่า 1 แรง มากระทำกับวัตถุในระนาบเดียวกัน				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ข้อสอบ			ข้อเสนอนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ลักษณะคำตอบ	การหาแรงลัพธ์ แรงมีทิศเดียวกันรวมแรง แต่แรงที่มีทิศต่างกันต้องนำมาหักล้างกัน				
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>3. ชาย 2 คนกำลังเคลื่อนย้ายตู้หนึ่งซึ่งโดยการออกแรง 10 นิวตันเท่ากัน เพื่อลากตู้หนึ่งซึ่งบนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์เสียดทาน 16 นิวตันดังรูป</p>  <p>หากเพิ่มชายอีก 1 คนออกแรง 10 นิวตันเท่ากัน ชายคนดังกล่าวจะต้องออกแรงลักษณะใดให้นักเรียนวาดรูปแสดงทิศการออกแรงแนวการตอบ</p> 				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็น			ข้อเสนอนะ
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
<p>3.</p>  <p>4.</p>  <p>1 คะแนน - ภาวะตามแบบที่ 1-4 หากวาดต่างจากแบบที่ 1-4 ให้ดูหัวลูกศร  <math>F_1</math> <math>F_2</math> <math>F_3</math> ต้องมีทิศทางเดียวกัน แต่จะสลับทางกับ <math>f</math>  0 คะแนน - ไม่วาดภาพ หรือวาดภาพนอกเหนือจากเกณฑ์กล่าว</p>				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	4				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์				
จุดประสงค์	ออกแบบวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการหาแรงลัพธ์				
รูปแบบข้อสอบ	เขียนตอบ				
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์เกี่ยวกับแรงกระทำที่มากกว่า 1 แรง มากระทำกับวัตถุในระนาบเดียวกัน				



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ								
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย									
ลักษณะคำตอบ	การอธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ												
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>4. เมื่อออกแรงที่ใช้ดึงมีขนาด 3 นิวตัน, 4 นิวตัน ดังรูป นักเรียนสามารถหาแรงที่กระทำกับวัตถุชิ้นนี้ได้โดยวิธีใด และมีวิธีการหาอย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>แนวคำตอบ</b></p> <p>การหาแรงลัพธ์โดยใช้วิธีเวกเตอร์ทางต่อหาง โดยนำหางของเวกเตอร์ที่ 1 ต่อกับหางของเวกเตอร์ที่ 2 แล้วสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน ลากเวกเตอร์ไปมุมตรงข้าม แรงนั้นจะเป็นแรงลัพธ์</p> <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>รายการประเมิน</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ระบุวิธีการพร้อมอธิบาย</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ระบุวิธีการแต่ไม่อธิบาย หรืออธิบายไม่ถูกต้อง</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ไม่ตอบ หรือตอบนอกเหนือจากแนวคำตอบที่กล่าวมา</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	รายการประเมิน	คะแนน	ระบุวิธีการพร้อมอธิบาย	2	ระบุวิธีการแต่ไม่อธิบาย หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	1	ไม่ตอบ หรือตอบนอกเหนือจากแนวคำตอบที่กล่าวมา	0				
รายการประเมิน	คะแนน												
ระบุวิธีการพร้อมอธิบาย	2												
ระบุวิธีการแต่ไม่อธิบาย หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	1												
ไม่ตอบ หรือตอบนอกเหนือจากแนวคำตอบที่กล่าวมา	0												



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	5				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ				
จุดประสงค์	ออกแบบการทดลองจากการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ				
รูปแบบข้อสอบ	เขียนตอบ				
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์การออกแบบการทดลองด้วยระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมที่มีผลต่อการทดลอง				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ลักษณะคำตอบ	การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมที่ชัดเจนและถูกต้อง				
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>5. ถ้าต้องการศึกษาว่า “แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุมีผลต่อการเกิดความเร็วของวัตถุหรือไม่” ในการศึกษาครั้งนี้ ควรระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมอย่างไร</p> <p>ตัวแปรต้น คือ.....</p> <p>ตัวแปรตาม คือ.....</p> <p>ตัวแปรควบคุม คือ.....</p> <p><u>แนวคำตอบ</u></p> <p>ตัวแปรต้น คือ.....แรงลัพธ์..... ตัวแปรตาม คือ.....ความเร็ว.....</p> <p>ตัวแปรควบคุม คือ.....ความเร็วต้น มวลของวัตถุ.....</p>				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
เกณฑ์การให้คะแนน	รายการประเมิน				
	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมถูกต้อง				2
	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ถูกต้อง				1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่ระบุ / ระบุตัวแปรต้นและตัวแปรควบคุม/ระบุตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม/ระบุเพียงตัวแปรเดียวระบุ</li> </ul>				0



		ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์			ข้อเสนอแนะ		
		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ		
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย			
ข้อที่	6						
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์						
พฤติกรรมย่อย	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ						
ตัวชี้วัด	สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ						
จุดประสงค์	วิเคราะห์ และตรวจสอบตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง						
รูปแบบข้อสอบ	เขียนตอบ						
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุที่เกิดขึ้น						

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ																								
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย																									
ลักษณะ	ความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำและความเร่งที่เกิดขึ้น																												
คำอธิบาย	6. นักฟุตบอลทำการทดลองเตะจุดโทษเพื่อศึกษา "แรงที่กระทำกับวัตถุมีผลต่อการเกิด ความเร่งของวัตถุหรือไม่" โดยทำจำนวน 5 ครั้ง เพื่อให้ถึงประตูฟุตบอล โดยลูกบอลมีมวล 0.5 กิโลกรัม แต่เตะครั้งออกแรงเตะ และความเร็วมืดเริ่มต้นต่างกัน ดังตาราง																												
ตัวอย่างข้อสอบ	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ครั้งที่</th> <th>แรง (นิวตัน)</th> <th>ความเร็วเริ่มต้น (m/s)</th> <th>ผลการทดลอง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>ถึง</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50</td> <td>10</td> <td>ถึง</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>40</td> <td>0</td> <td>ไม่ถึง</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30</td> <td>10</td> <td>ถึง</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>ไม่ถึง</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากการทดลองดังกล่าวนักเรียนจะมีออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ผลการทดลองที่มีเที่ยงตรงมากที่สุด</p>	ครั้งที่	แรง (นิวตัน)	ความเร็วเริ่มต้น (m/s)	ผลการทดลอง	1	60	0	ถึง	2	50	10	ถึง	3	40	0	ไม่ถึง	4	30	10	ถึง	5	20	0	ไม่ถึง				
ครั้งที่	แรง (นิวตัน)	ความเร็วเริ่มต้น (m/s)	ผลการทดลอง																										
1	60	0	ถึง																										
2	50	10	ถึง																										
3	40	0	ไม่ถึง																										
4	30	10	ถึง																										
5	20	0	ไม่ถึง																										

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอนะ					
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย						
<p>ก. ควบคุมความเร็วเริ่มต้นให้เท่ากัน</p> <p>ข. ควบคุมขนาดของแรง</p> <p>ค. เพิ่มจำนวนครั้งในการทดลองให้มากขึ้น</p> <p>ง. แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก</p> <p><u>แนวคำตอบ</u></p> <p>ก. ควบคุมความเร็วเริ่มต้นให้เท่ากัน</p> <p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>คำตอบ</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ข้อ ข.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ข้อ. ก ค ง</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	คำตอบ	คะแนน	ข้อ ข.	1	ข้อ. ก ค ง	0				
	คำตอบ	คะแนน								
	ข้อ ข.	1								
	ข้อ. ก ค ง	0								

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	7				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ				
จุดประสงค์	อธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ				
รูปแบบข้อสอบ	- ตัวเลือก				
ลักษณะคำถาม	เป็นคำถามที่ยกตัวอย่างสถานการณ์การเกิดแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนอธิบาย				



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ						
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย							
ลักษณะคำตอบ	แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามกัน										
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>7. "เมื่อเราออกแรงใช้ค้อนตอกตะปู เรารู้สึกถึงแรงสั่นมาที่ยังด้ามค้อน ยิ่งออกแรงมากยิ่งรู้สึกมาก"</p> <p>7.1 จากเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะแรงชนิดใด</p> <p>ก. แรงลัพธ์                      ข. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา</p> <p>ค. แรงเสียดทาน                ค. แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก</p> <p><u>แนวการตอบ</u></p> <p>ข. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา</p> <p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>คำตอบ</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• ข้อ ข.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>• ข้อ. ก ค ง</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	คำตอบ	คะแนน	• ข้อ ข.	1	• ข้อ. ก ค ง	0				
คำตอบ	คะแนน										
• ข้อ ข.	1										
• ข้อ. ก ค ง	0										

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ						
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย							
<p>7.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นแรงดังกล่าวที่ตอบมาในข้อ 7.1</p> <p>ก. เพราะที่ค้อนกระทำกับตะปูและตะปูกระทำกับค้อนมีทิศทางสวนกัน แรงที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม จึงทำให้แรงเป็นศูนย์</p> <p>ข. เพราะเกิดจากการสวนทางแรงระหว่างผิวหน้าค้อนกับตะปู</p> <p>ค. เพราะเป็นแรงที่ค้อนกระทำกับวัตถุลงไปในแนวตั้งฉาก</p> <p>ง. เพราะเป็นแรงที่ค้อนกระทำกับตะปู ทำให้แรงของตะปูกระทำกับค้อนเช่นเดียวกัน โดยขนาดของแรงที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม</p> <p><u>แนวคำตอบ</u></p> <p>ง. เพราะเป็นแรงที่ค้อนกระทำกับตะปู ทำให้แรงของตะปูกระทำกับค้อนเช่นเดียวกัน โดยขนาดของแรงที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม</p> <p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <table border="1" data-bbox="600 1077 1182 1262"> <thead> <tr> <th>คำตอบ</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• ข้อ ง.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>• ข้อ. ก ข ค</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		คำตอบ	คะแนน	• ข้อ ง.	1	• ข้อ. ก ข ค	0				
คำตอบ	คะแนน										
• ข้อ ง.	1										
• ข้อ. ก ข ค	0										

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	8				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ				
จุดประสงค์	อธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ				
รูปแบบข้อสอบ	เขียนตอบ				
ลักษณะคำถาม	เป็นคำถามที่ยกตัวอย่างสถานการณ์การเกิดแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนอธิบาย				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ลักษณะคำตอบ	แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามกัน				
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>8. "เมื่อรถชนกับสุนัข ทำให้สุนัขได้รับบาดเจ็บ และรถเกิดรอยยุบ" เกิดจากแรงชนิดใด เพราะเหตุใด</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><u>แนวคำตอบ</u></p> <p>เกิดจากแรงกิริยาและปฏิกิริยา เนื่องจากแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน โดยที่แรงที่รถกระทำกับสุนัขคือแรงกิริยา แรงที่สุนัขกระทำกับรถคือแรงปฏิกิริยา ทำให้รถและสุนัขได้รับแรงกระทำที่เท่ากัน</p>				



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
เกณฑ์การให้คะแนน	รายการประเมิน				
	• ระบุ แรงกิริยาและปฏิกิริยา				
	• ไม่ตอบ หรือ ระบุแรงอื่นๆ				
	• ระบุเหตุผล <ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื่องจากแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาที่ขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน โดยที่แรงที่รถกระทำกับสุนัขคือแรงกิริยา แรงที่สุนัขกระทำกับรถคือแรงปฏิกิริยา ทำให้รถและสุนัขได้รับแรงกระทำที่เท่ากัน</li> <li>- เนื่องจากแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาที่ขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน</li> <li>- แรงที่รถกระทำกับสุนัขคือแรงกิริยา แรงที่สุนัขกระทำกับรถคือแรงปฏิกิริยา ทำให้รถและสุนัขได้รับแรงกระทำที่เท่ากัน</li> </ul>				
• ไม่ตอบ หรือระบุเหตุผลอื่น					

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	9				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น				
จุดประสงค์	แปลความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่กำหนดมา				
รูปแบบข้อสอบ	ตัวเลือก				
ลักษณะคำถาม	นำสรุปผลการทดลองของ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบสั่น เพื่อเป็นข้อมูลในการตอบคำถาม				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ลักษณะคำตอบ	ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แนวระดับเท่ากับศูนย์ ในแนวตั้งมีค่าคงที่ ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบเส้นมีทิศเข้าสู่จุดสมจุด				
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>9. จากผลการทดลองการเคลื่อนที่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบเส้น มีผลการทดลองดังนี้</p> <p>การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความเร็วในแนวระดับมีค่าคงตัวเท่ากับ 10 เมตร/วินาที ความเร็วในแนวตั้งขาลงมีค่าเพิ่มขึ้น</p> <p>การเคลื่อนที่แบบวงกลม เมื่อเพิ่มขนาดของแรงดึงจุกยาง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของจุกยางจะเพิ่มขึ้น</p> <p>การเคลื่อนที่แบบเส้นหรือการแกว่งของลูกตุ้ม เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่เข้าหาจุด O จะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่ออกจากจุด O มีความเร็วลดลง</p> <p>ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากข้อความต้นได้หรือไม่</p>				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ										
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย											
<p style="text-align: center;"><b>ข้อสรุป</b></p> <p>1. ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทำให้วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งได้</p> <p>2. ความเร่งและแรงเข้าสู่ศูนย์กลางซึ่งตั้งฉากกับความเร็ว ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ การเคลื่อนที่แบบวงกลม</p> <p>3. จุด O วัตถุมีความเร่งในแนวการเคลื่อนที่เป็นศูนย์</p> <p><b>แนวคำตอบ</b></p> <p>1. ไม่ใช่ 2. ใช่ 3. ใช่</p> <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>รายการประเมิน</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ตอบถูก 3 ข้อ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 2 ข้อ</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 1 ข้อ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		รายการประเมิน	คะแนน	ตอบถูก 3 ข้อ	3	ตอบถูก 2 ข้อ	2	ตอบถูก 1 ข้อ	1	ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0	ใช่/ไม่ใช่	ใช่/ไม่ใช่	ใช่/ไม่ใช่	
รายการประเมิน	คะแนน														
ตอบถูก 3 ข้อ	3														
ตอบถูก 2 ข้อ	2														
ตอบถูก 1 ข้อ	1														
ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0														



ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ										
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย											
<p style="text-align: center;"><b>ข้อสรุป</b></p> <p>1. ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทำให้วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งได้</p> <p>2. ความเร่งและแรงเข้าสู่ศูนย์กลางซึ่งตั้งฉากกับความเร็วจึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ การเคลื่อนที่แบบวงกลม</p> <p>3. จุด O วัตถุมีความเร่งในแนวการเคลื่อนที่เป็นศูนย์</p> <p><b>แนวการตอบ</b></p> <p>1. ไม่ใช่ 2. ใช่ 3. ใช่</p> <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>รายการประเมิน</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ตอบถูก 3 ข้อ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 2 ข้อ</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 1 ข้อ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		รายการประเมิน	คะแนน	ตอบถูก 3 ข้อ	3	ตอบถูก 2 ข้อ	2	ตอบถูก 1 ข้อ	1	ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0	ใช่/ไม่ใช่	ใช่/ไม่ใช่	ใช่/ไม่ใช่	
รายการประเมิน	คะแนน														
ตอบถูก 3 ข้อ	3														
ตอบถูก 2 ข้อ	2														
ตอบถูก 1 ข้อ	1														
ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0														

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ข้อที่	10				
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์				
พฤติกรรมย่อย	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ				
ตัวชี้วัด	สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบสั่น				
จุดประสงค์	แปลความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่กำหนดมา				
รูปแบบข้อสอบ	ตัวเลือก				
ลักษณะคำถาม	นำสรุปผลการทดลองของ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบสั่น เพื่อเป็นข้อมูลในการตอบคำถาม				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
ลักษณะคำตอบ	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ความเร่งคงตัวในแนวตั้ง การเคลื่อนที่แบบวงกลมความเร่งมีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง และการเคลื่อนที่แบบเส้นความเร่งมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดสมจุด				
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>10. จากผลการทดลองการเคลื่อนที่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบเส้น สรุปผลการทดลองดังนี้</p> <p>การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยการเคลื่อนที่ในแนวระดับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว และในแนวตั้งขาลงความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้น</p> <p>การเคลื่อนที่แบบวงกลม จะมีแรงกระทำต่อจุกยางตลอดเวลาโดยมีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ ส่วนความเร็วของจุกยางมีทิศในแนวสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลม โดยขนาดของแรงที่กระทำต่อจุกยางจะขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของจุกยาง ถ้าจุกยางมีขนาดของความเร็วมาก ก็จะต้องใช้แรงดึงที่มีขนาดมาก</p> <p>การเคลื่อนที่แบบเส้นหรือการแกว่งของลูกตุ้มเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำแนวเดิมระหว่างจุด A และ จุด B โดยมี จุด O อยู่ตรงกลาง เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่เข้าหาจุด O จะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่ออกจากจุด O มีความเร็วลดลง</p> <p>ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่</p>				

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ																		
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อสรุป</th> <th>ใช่/ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีค่าคงตัว</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุจะมีความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>3 การเคลื่อนที่แบบเส้นวัตถุจะมีความเร่งเมื่อออกจากจุดสมดุล</td> <td>ใช่/ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>แนวการตอบ</u> 1 ไม่ใช่ 2 ใช่ 3 ไม่ใช่</p> <p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>รายการประเมิน</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ตอบถูก 3 ข้อ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 2 ข้อ</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ตอบถูก 1 ข้อ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่	1 ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีค่าคงตัว	ใช่/ไม่ใช่	2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุจะมีความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม	ใช่/ไม่ใช่	3 การเคลื่อนที่แบบเส้นวัตถุจะมีความเร่งเมื่อออกจากจุดสมดุล	ใช่/ไม่ใช่	รายการประเมิน	คะแนน	ตอบถูก 3 ข้อ	3	ตอบถูก 2 ข้อ	2	ตอบถูก 1 ข้อ	1	ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0				
ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่																						
1 ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีค่าคงตัว	ใช่/ไม่ใช่																						
2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุจะมีความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม	ใช่/ไม่ใช่																						
3 การเคลื่อนที่แบบเส้นวัตถุจะมีความเร่งเมื่อออกจากจุดสมดุล	ใช่/ไม่ใช่																						
รายการประเมิน	คะแนน																						
ตอบถูก 3 ข้อ	3																						
ตอบถูก 2 ข้อ	2																						
ตอบถูก 1 ข้อ	1																						
ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0																						



## ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### คำชี้แจง

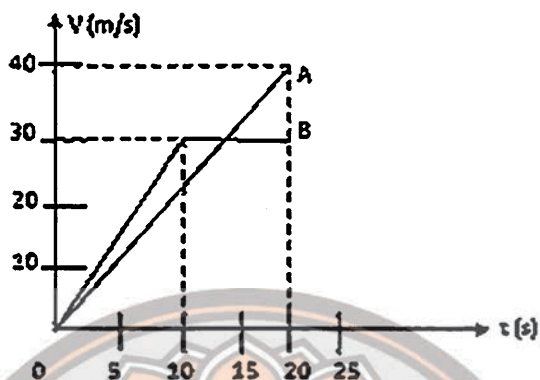
ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สร้างขึ้นเพื่อวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานอยู่แล้ว โดยนักเรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหาและทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ มาอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ต่างๆ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆรอบตัวได้

### คำอธิบายวิธีการทำข้อสอบ

1. ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 19 หน้า
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 35 ข้อ โดยมีรูปแบบข้อสอบ 2 รูปแบบ ได้แก่ เขียนตอบ และเลือกตอบ
3. ข้อสอบรูปแบบตัวเลือกให้นักเรียน “วงกลม” คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งคำตอบในกระดาษข้อสอบได้เลย โดยตัวเลือกนั้นอาจจะมีให้เลือกสองคำตอบ หรือสี่คำตอบ
4. ข้อสอบรูปแบบเขียนตอบ ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษข้อสอบได้เลย โดยจะมีช่องคำตอบให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบ
5. กำหนดเวลาการทำข้อสอบฉบับนี้คือ 90 นาที

ชื่อ-สกุล.....	ชั้น.....
โรงเรียน.....	

คำถามข้อที่ 1 การทดสอบการเร่งเครื่องของรถยนต์ 2 รุ่น โดยการขับรถขึ้นทางลาดชัน แสดงดังกราฟความเร็วและเวลาข้างล่าง



ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นใช่หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที	ใช่/ไม่ใช่
2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่

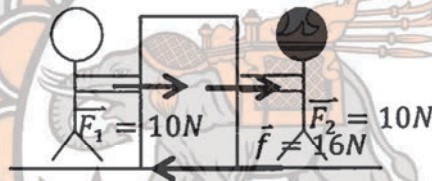
คำถามข้อที่ 2 การทดสอบการวิ่งของนักกีฬาทั้ง 3 คน แสดงดังตารางดังต่อไปนี้

เวลา (s)	นักกีฬา A	นักกีฬา B	นักกีฬา C
	ความเร็ว (m/s)	ความเร็ว (m/s)	ความเร็ว (m/s)
0	0	0	0
10	10	10	15
20	20	15	20
30	30	20	25
40	40	20	15
50	50	20	15

ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากตารางข้างต้นใช่หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1 ช่วงเวลา 0-20 วินาที นักกีฬาทั้ง 3 คนมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วทำให้ไม่เกิดเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่
2. มีนักกีฬา B เพียงคนเดียวไม่เกิดความเร่งในช่วงเวลา 10 วินาทีสุดท้าย	ใช่/ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 3 ชาย 2 คนกำลังเคลื่อนย้ายตู้หนังสือโดยการออกแรง 10 นิวตันเท่ากัน เพื่อลากตู้หนังสือ บนพื้นที่ผิวที่มีแรงเสียดทาน 16 นิวตันดังรูป



หากเพิ่มชายอีก 1 คนออกแรง 10 นิวตันเท่ากัน ชายคนดังกล่าวจะต้องออกแรงลักษณะใดให้นักเรียนวาดรูปแสดงทิศการออกแรง

คำตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 4 นักฟุตบอลทำการทดลองเตะจุดโทษเพื่อศึกษา “แรงที่กระทำกับวัตถุมีผลต่อการเกิดความเร็วของวัตถุหรือไม่” โดยทำจำนวน 5 ครั้ง เพื่อให้ถึงประตูฟุตบอล โดยลูกบอลมีมวล 0.5 กิโลกรัม แต่แต่ละครั้งออกแรงเตะ และความเร็วมีความเร็วเริ่มต้นต่างกัน ดังตาราง

ครั้งที่	แรง (นิวตัน)	ความเร็วเริ่มต้น (m/s)	ผลการทดลอง
1	60	0	ถึง
2	50	10	ถึง
3	40	0	ไม่ถึง
4	30	10	ถึง
5	20	0	ไม่ถึง

จากการทดลองดังกล่าวนักเรียนจะมีออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อได้ผลการทดลองที่มีเที่ยงตรงมากที่สุด

- ควบคุมความเร็วเริ่มต้นให้เท่ากัน
- ควบคุมขนาดของแรง
- เพิ่มจำนวนครั้งในการทดลองให้มากขึ้น
- แรงปฏิกิริยาดังฉาก

คำถามข้อที่ 5 “เมื่อเราออกแรงใช้ค้อนตอกตะปู ทำให้ตะปูได้รับแรงกระทำจากค้อน ตะปูจึงถูกตอกลงบนแท่งไม้ ขณะเดียวกัน เรายังรู้สึกถึงแรงสั่นมาয়งด้ามค้อน ยิ่งออกแรงมากยิ่งรู้สึกมาก”

5.1 จากเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะแรงชนิดใด

- แรงลัพธ์
- แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา
- แรงเสียดทาน
- แรงปฏิกิริยาดังฉาก

5.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นแรงดังกล่าวที่ตอบมาในข้อ 5.1

- เพราะที่ค้อนกระทำกับตะปูและตะปูกระทำกับค้อนมีทิศทางสวนกัน แรงที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม จึงทำให้แรงเป็นศูนย์
- เพราะเกิดจากการสวนทางแรงระหว่างผิวหน้าค้อนกับตะปู ทำให้แรงที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวที่กระทำ
- เพราะเป็นแรงที่ค้อนกระทำกับวัตถุลงไปในแนวตั้งฉาก
- เพราะเป็นแรงที่ค้อนกระทำกับตะปู ทำให้แรงของตะปูกระทำกับค้อน เช่นเดียวกัน โดยขนาดของแรงที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม



คำถามข้อที่ 6 จากผลการทดลองการเคลื่อนที่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบสั่น สรุปผลการทดลองดังนี้

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยการเคลื่อนที่ในแนวระดับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว และในแนวตั้งขณะเคลื่อนที่ลงความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้น

การเคลื่อนที่แบบวงกลม จะมีแรงกระทำต่อศูนย์กลางตลอดเวลาโดยมีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ ส่วนความเร็วของศูนย์กลางมีทิศในแนวสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลม โดยขนาดของแรงที่กระทำต่อศูนย์กลางจะขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของศูนย์กลาง ถ้าศูนย์กลางมีขนาดของความเร็วมาก ก็จะต้องใช้แรงดึงที่มีขนาดมาก

การเคลื่อนที่ซิมเปิลฮาร์โมนิก เป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำแนวเดิมระหว่างจุด A และ จุด B โดยมี จุด O อยู่ตรงกลาง เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่เข้าหาจุด O จะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่ออกจากจุด O มีความเร็วลดลง

ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากข้อความข้างต้นใช่หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1 ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีค่าคงตัว	ใช่/ไม่ใช่
2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุจะมีความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม	ใช่/ไม่ใช่
3 การเคลื่อนที่แบบสั่นวัตถุจะมีความเร่งเมื่อออกจากจุดสมดุล	ใช่/ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 7 ดาวเทียม GOES ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาวงโคจรค้างฟ้า ทำหน้าที่โคจรรอบโลก เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โคจรรอบโลกใช้เวลา 24 ชั่วโมง ไปพร้อมๆ กับการหมุนรอบตัวเองของโลก

7.1 แรงใดที่ทำให้ดาวเทียมโคจรรอบโลกได้

- ก. แรงลัพท์                      ข. แรงโน้มถ่วง  
ค. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า        ง. แรงปฏิกิริยาดังฉาก

7.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นแรงดังกล่าวที่ตอบมาในข้อ 7.1

- ก. เพราะเป็นแรงที่ดาวเทียมกระทำโลกขณะที่ดาวเทียมโคจรรอบโลกตลอดเวลา  
ข. เพราะเป็นแรงที่โลกกระทำกับดาวเทียมแนวลักษณะตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม  
ค. เพราะเป็นแรงสัญญาณดาวเทียม ที่ส่งสัญญาณมายังโลกและมีการส่งสัญญาณอย่างต่อเนื่อง  
ง. เพราะเป็นแรงโลกที่กระทำระหว่างดาวเทียม ซึ่งแรงนี้จะดึงดูดวัตถุรอบข้างเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

คำถามข้อที่ 8 "เมื่อเรากระโดดลอยตัวขึ้น ทำไมเราถึงกลับลงมาที่พื้น"

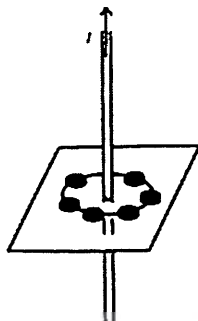
8.1 แรงใดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ข้างต้น

- ก. แรงลัพท์                      ข. แรงโน้มถ่วง  
ค. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า        ง. แรงปฏิกิริยาดังฉาก

8.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นแรงดังกล่าวที่ตอบมาในข้อ 8.1

- ก. เพราะเป็นแรงที่เท้ากระทำกับพื้นก่อนกระโดดเท่ากับน้ำหนักของตัวคน  
ข. เพราะเป็นแรงที่โลกกระทำกับดาวเทียมแนวลักษณะตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม  
ค. เพราะเป็นแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กบนโลกมีค่ามากทำให้ดึงดูดวัตถุไว้ได้  
ง. เพราะเป็นแรงโลกที่กระทำคน โดยแรงนี้จะดึงดูดวัตถุรอบข้างเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

คำถามข้อที่ 9 เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำตรง ดังภาพ



จากภาพเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำตรง สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และนักเรียนมีวิธีตรวจสอบเพื่อให้เห็นว่าบริเวณนั้นเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

คำถามข้อที่ 10 จากภาพเพราะเหตุใดอนุภาคโปรตอนจึงมีการเคลื่อนที่สนามแม่เหล็ก



กำหนด

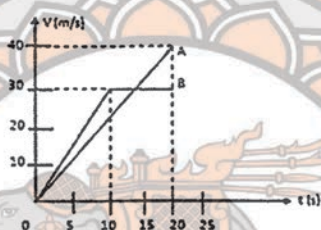
X แทน ทิศทางของสนามแม่เหล็ก

v แทน การเคลื่อนที่ของอนุภาค โปรตอน

- ก. อนุภาคเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่แนวเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค
- ข. อนุภาคเคลื่อนที่ขนานกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค
- ค. อนุภาคเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่แนวเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค
- ง. อนุภาคเคลื่อนที่ขนานกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่ไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค

**เฉลยข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

1. การทดสอบการเร่งเครื่องของรถยนต์ 2 รุ่น โดยการขับขึ้นทางลาดเขา แสดงดังกราฟ ความเร็วและเวลาข้างล่าง



ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที	ใช่/ไม่ใช่
2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่

แนวคำตอบ

1. ไม่ใช่
2. ใช่

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
ตอบถูก 2 ข้อ	2
ตอบถูก 1 ข้อ	1
ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0



2. การทดสอบการวิ่งของนักกีฬาทั้ง 3 คน แสดงดังตารางดังต่อไปนี้

เวลา (s)	นักกีฬา A	นักกีฬา B	นักกีฬา C
	ความเร็ว (m/s)	ความเร็ว (m/s)	ความเร็ว (m/s)
0	0	0	0
10	10	10	15
20	20	15	20
30	30	20	25
40	40	20	15
50	50	20	15

ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1 ช่วงเวลา 0-20 วินาที นักกีฬาทั้ง 3 คนมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วทำให้ไม่เกิดเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่
2. มีนักกีฬา B เพียงคนเดียวไม่เกิดความเร่งในช่วงเวลา 10 วินาทีสุดท้าย	ใช่/ไม่ใช่

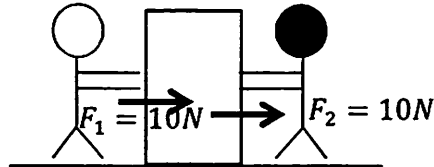
แนวการตอบ

1. ไม่ใช่
2. ไม่ใช่

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
ตอบถูก 2 ข้อ	2
ตอบถูก 1 ข้อ	1
ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0

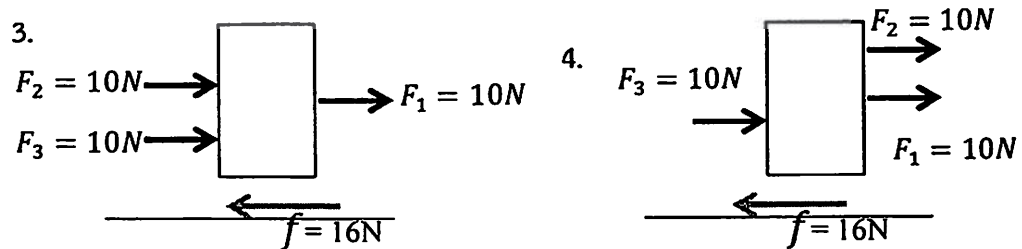
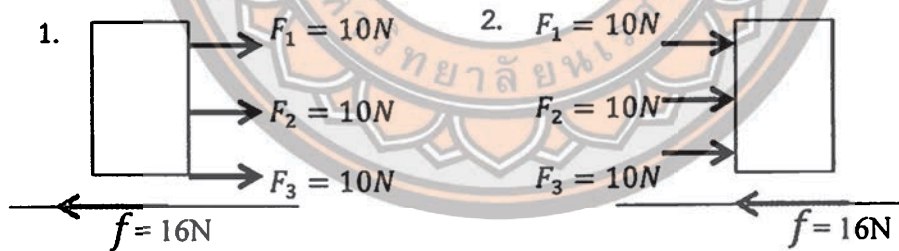
3. ชาย 2 คนกำลังเคลื่อนย้ายตู้หนังสือโดยการออกแรง 10 นิวตันเท่ากัน เพื่อลากตู้หนังสือ บนพื้นที่ลื่นมีแรงเสียดทาน 16 นิวตันดังรูป



หากเพิ่มชายอีก 1 คนออกแรง 10 นิวตันเท่ากัน ชายคนดังกล่าวจะต้องออกแรงลักษณะใดให้นักเรียนวาดรูปแสดงทิศการออกแรง

คำตอบ.....

แนวการตอบ



1 คะแนน - วาดภาพ ตามแบบที่ 1-4 หากวาดต่างจากแบบที่ 1-4 ให้ดูหัวลูกศร

$F_1 F_2 F_3$  ต้องมีทิศทางเดียวกัน แต่จะสวนทางกับ  $f$

0 คะแนน - ไม่วาดภาพ หรือวาดภาพนอกเหนือจากเกณฑ์กล่าว

4. นักฟุตบอลทำการทดลองเตะจุดโทษเพื่อศึกษา "แรงที่กระทำกับวัตถุมีผลต่อการเกิด ความเร่งของวัตถุหรือไม่" โดยทำจำนวน 5 ครั้ง เพื่อให้ถึงประตูฟุตบอล โดยลูกบอลมีมวล 0.5 กิโลกรัม แต่แต่ละครั้งออกแรงเตะ และความเร็วมีความเร็วเริ่มต้นต่างกัน ดังตาราง

ครั้งที่	แรง (นิวตัน)	ความเร็วเริ่มต้น (m/s)	ผลการทดลอง
1	60	0	ถึง
2	50	10	ถึง
3	40	0	ไม่ถึง
4	30	10	ถึง
5	20	0	ไม่ถึง

จากการทดลองดังกล่าวนักเรียนจะมีออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อได้ผลการทดลองที่มีเที่ยงตรงมากที่สุด

- ก. ควบคุมความเร็วเริ่มต้นให้เท่ากัน
- ข. ควบคุมขนาดของแรง
- ค. เพิ่มจำนวนครั้งในการทดลองให้มากขึ้น
- ง. แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก

แนวคำตอบ

ก. ควบคุมความเร็วเริ่มต้นให้เท่ากัน

เกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบ	คะแนน
ตอบข้อ ข.	1
ตอบข้อ. ก ค ง	0





คำถามข้อที่ 6 จากผลการทดลองการเคลื่อนที่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบสั่น สรุปผลการทดลองดังนี้

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยการเคลื่อนที่ในแนวระดับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว และในแนวตั้งขณะเคลื่อนที่ลงความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้น

การเคลื่อนที่แบบวงกลม จะมีแรงกระทำต่อจุกยางตลอดเวลาโดยมีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ ส่วนความเร็วของจุกยางมีทิศในแนวสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลม โดยขนาดของแรงที่กระทำต่อจุกยางจะขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของจุกยาง ถ้าจุกยางมีขนาดของความเร็วมาก ก็จะต้องใช้แรงดึงที่มีขนาดมาก

การเคลื่อนที่ซิมเปิลฮาร์มอนิก เป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำแนวเดิมระหว่างจุด A และ จุด B โดยมี จุด O อยู่ตรงกลาง เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่เข้าหาจุด O จะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่ออกจากจุด O มีความเร็วลดลง

ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากข้อความข้างต้นใช่หรือไม่

ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1 ความเร่งแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีค่าคงตัว	ใช่/ไม่ใช่
2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุจะมีความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม	ใช่/ไม่ใช่
3 การเคลื่อนที่แบบสั่นวัตถุจะมีความเร่งเมื่อออกจากจุดสมดุล	ใช่/ไม่ใช่

แนวการตอบ

1 ไม่ใช่

2 ใช่

3 ไม่ใช่

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
ตอบถูก 3 ข้อ	3
ตอบถูก 2 ข้อ	2
ตอบถูก 1 ข้อ	1
ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ	0

คำถามข้อที่ 7 ดาวเทียม GOES ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาวงโคจรค้างฟ้า ทำหน้าที่โคจรรอบโลกเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โคจรรอบโลกใช้เวลา 24 ชั่วโมง ไปพร้อมๆ กับการหมุนรอบตัวเองของโลก

7.1 แรงใดที่ทำให้ดาวเทียมโคจรรอบโลกได้

- ก. แรงลัพท์                      ข. แรงโน้มถ่วง  
ค. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า        ง. แรงปฏิกิริยาดังจาก

แนวการตอบ

ข. แรงโน้มถ่วง

เกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบ	คะแนน
• ข้อ ข.	1
• ข้อ. ก ค ง	0

7.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นแรงดังกล่าวที่ตอบมาในข้อ 7.1

- ก. เพราะเป็นแรงที่ดาวเทียมกระทำโลกขณะที่ดาวเทียมโคจรรอบโลกตลอดเวลา  
ข. เพราะเป็นแรงที่โลกกระทำกับดาวเทียมแนวลักษณะตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม  
ค. เพราะเป็นแรงสัญญาณดาวเทียม ที่ส่งสัญญาณมายังโลกและมีการส่งสัญญาณอย่างต่อเนื่อง  
ง. เพราะเป็นแรงโลกที่กระทำระหว่างดาวเทียม ซึ่งแรงนี้จะดึงดูดวัตถุรอบข้างเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก

แนวการตอบ

ง. เพราะเป็นแรงโลกที่กระทำระหว่างดาวเทียม ซึ่งแรงนี้จะดึงดูดวัตถุรอบข้างเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก

เกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบ	คะแนน
• ข้อ ง.	1
• ข้อ. ก ข ค	0

คำถามข้อที่ 8 “เมื่อเรากระโดดลอยตัวขึ้น ทำไมเราถึงกลับลงมาที่พื้น”

8.1 แรงใดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ข้างต้น

- ก. แรงลัพท์                      ข. แรงโน้มถ่วง  
ค. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า            ง. แรงปฏิกิริยาดังฉาก

แนวคำตอบ

ข. แรงโน้มถ่วง

เกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบ	คะแนน
• ข้อ ข.	1
• ข้อ. ก ค ง	0

8.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นแรงดังกล่าวที่ตอบมาในข้อ 8.1

- ก. เพราะเป็นแรงที่เท้ากระทำกับพื้นก่อนกระโดดเท่ากับน้ำหนักของตัวคน  
ข. เพราะเป็นแรงที่โลกกระทำกับดาวเทียมแนวลักษณะตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม  
ค. เพราะเป็นแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กบนโลกมีค่ามากทำให้ดึงดูดวัตถุไว้ได้  
ง. เพราะเป็นแรงโลกที่กระทำคน โดยแรงนี้จะดึงดูดวัตถุรอบข้างเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก

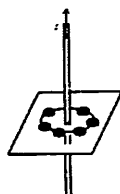
แนวคำตอบ

ง. เพราะเป็นแรงโลกที่กระทำคน โดยแรงนี้จะดึงดูดวัตถุรอบข้างเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก

เกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบ	คะแนน
• ข้อ ง.	1
• ข้อ. ก ข ค	0

9. เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำตรง ดังภาพ



จากภาพเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำตรง สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และนักเรียนมีวิธีตรวจสอบเพื่อให้เห็นว่าบริเวณนั้นเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ (สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร)

- สนามแม่เหล็กเกิดมีลักษณะเป็นวงกลม รอบขดลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน  
เกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบ	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> <li>• สนามแม่เหล็กเกิดมีลักษณะเป็นวงกลม รอบขดลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน</li> </ul>	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ไม่ตอบ หรือระบุเหตุผลอื่น</li> </ul>	0

แนวคำตอบ (วิธีตรวจสอบเพื่อให้เห็นว่าบริเวณนั้นเกิดสนามแม่เหล็ก)

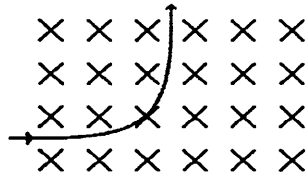
- ใช้เข็มทิศวางรอบลวดตัวนำแล้วสังเกตทิศของเข็มทิศ
- ใช้ผงแม่เหล็กโรยรอบลวดตัวนำแล้วสังเกตเส้นแรงของผงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้เข็มทิศวางรอบลวดตัวนำแล้วสังเกตทิศของเข็มทิศ</li> <li>• ใช้ผงแม่เหล็กโรยรอบลวดตัวนำแล้วสังเกตเส้นแรงของผงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น</li> </ul>	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ไม่ตอบ หรือระบุเหตุผลอื่น</li> </ul>	0



10. จากภาพเพราะเหตุใดประจุโปรตอนจึงมีการเคลื่อนที่สนามแม่เหล็ก



ก. อนุภาคเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่แนวเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค

ข. อนุภาคเคลื่อนที่ขนานกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค

ค. อนุภาคเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่แนวเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค

ง. อนุภาคเคลื่อนที่ขนานกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่ไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค

แนวการตอบ  
ก. อนุภาคเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่แนวเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค

เกณฑ์การให้คะแนน

	คำตอบ	คะแนน
ตอบข้อ ก.		1
ตอบข้อ ข ค ง		0

## ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### คำชี้แจงในการใช้งาน

ผู้ที่พัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ควรศึกษาวัตถุประสงค์ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่พัฒนาขึ้น ลักษณะของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ และโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงของผู้เรียนได้ อีกทั้งยังประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนในด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเหมาะสำหรับครูผู้สอนในสาขาวิชาฟิสิกส์ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินการสอนวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ

วัตถุประสงค์ของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์

เพื่อประเมินความสามารถนำความรู้รายวิชาฟิสิกส์(วิทยาศาสตร์กายภาพ) มาประยุกต์ใช้ หรือที่เรียกว่า สมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งจะทำการประเมินในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการประเมิน และด้านออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการประเมินครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวัดและประเมินภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### สมรรถนะวิทยาศาสตร์

สมรรถนะวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหา และทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ที่มีอยู่อย่างเชี่ยวชาญของผู้ทดสอบในการ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)

4) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง สามารถระลึกถึงความรู้ด้าน เนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ) ที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ ความรู้เพื่อให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

5) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดยความรู้ที่ใช้จะเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของ การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การออกแบบการทดลอง ควบคุมตัวแปร และ เปลี่ยนแปลงตัวแปร การออกแบบค้นคว้าสาร และข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการทดลองเพื่อให้ได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือ ลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดง แทนอื่น ๆ ได้นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุป ที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน

โครงสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหาและทักษะในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
พฤติกรรมย่อย	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) เป็นพฤติกรรมย่อยของสมรรถนะวิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้	คือ มาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางในรายวิชาฟิสิกส์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ)
ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางที่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบต่างๆ
จุดประสงค์	จุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกในแต่ละพฤติกรรมย่อย
รูปแบบข้อสอบ	การกำหนดรูปแบบข้อสอบที่จะวัด เช่น แบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบ
ลักษณะคำถาม	การกำหนดลักษณะของคำถาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนคำตอบของข้อสอบ เช่น คำถามเชิงสถานการณ์ คำถามความรู้ทั่วไป การใช้ข้อมูลผลการทดลอง เป็นต้น
ลักษณะคำตอบ	การระบุแนวคำตอบที่ถูกต้อง
ตัวอย่างข้อสอบ	ข้อสอบที่สร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยประกอบด้วยแนวการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน



ตัวอย่างข้อสอบที่สร้างขึ้นตามโครงสร้างที่พัฒนาลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

ข้อสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์	
ข้อที่	1
พฤติกรรมหลัก	สมรรถนะวิทยาศาสตร์
พฤติกรรมย่อย	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ
ตัวชี้วัด	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ
จุดประสงค์	แปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ
รูปแบบข้อสอบ	เลือกตอบ
ลักษณะคำถาม	สถานการณ์เกี่ยวกับความเร็วและเวลา โดยมีกราฟความเร็วและเวลา เพื่อให้ นักเรียนแปลความหมายของข้อมูล
ลักษณะคำตอบ	จะกล่าวถึงความเร็วและเวลาที่มีความสัมพันธ์กัน โดยความเร่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงเวลาหนึ่ง
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>1. การทดสอบการเร่งเครื่องของรถยนต์ 2 รุ่น โดยการขับขึ้นทางลาดเขา แสดงดังกราฟความเร็วและเวลาข้างล่าง</p> <p>The graph shows velocity <math>v</math> (m/s) on the y-axis and time <math>t</math> (s) on the x-axis. The y-axis has markings at 0, 10, 20, 30, and 40. The x-axis has markings at 0, 5, 10, 15, 20, and 25. Two lines represent the acceleration of two cars. Line A (solid) starts at the origin (0,0) and passes through (10,20) and (20,40). Line B (dashed) starts at the origin (0,0), passes through (10,30), and remains constant at 30 m/s until <math>t=20</math>. Point A is at (20,40) and point B is at (20,30).</p>

ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างต้นได้หรือไม่	
ข้อสรุป	ใช่/ไม่ใช่
1. รถยนต์รุ่น B มีความเร่งคงที่ในช่วงเวลา 10-15 วินาที	ใช่/ไม่ใช่
2. รถยนต์รุ่น A และ B ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีเกิดความเร่ง	ใช่/ไม่ใช่

แนวการตอบ

1. ไม่ใช่ 2. ใช่

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
ตอบถูก 2 ข้อ	2
ตอบถูก 1 ข้อ	1
ตอบผิดทั้ง 2 ข้อ	0



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	สุเมธาวี ชันทอง
วัน เดือน ปี เกิด	2 กรกฎาคม พ.ศ. 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	47 หมู่ 5 ตำบลสักหลง อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนห่มเกล้าพิทยาคม
ประวัติการศึกษา	กศ.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2555

