

ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒  
กรุงเทพมหานคร

นางสาวสายฝน ศรีษะนาราช



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2558

The Effects of Using a Computation Skill Exercises Package in the Topic  
of Sounds on Physics Learning Achievement and Satisfaction with  
Learning from Using Computation Skill Exercises Package of  
Matthayom Suksa V Students at Nawamintharachinuthit Satri Wittaya 2  
School in Bangkok Metropolis

Miss Saifhon Srisanarach



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2015

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร
ชื่อและนามสกุล	นางสาวสายฝน ศรีษะนาราช
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2559

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์)



..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวเกียรติพงษ์)



..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถพล จินะวัฒน์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

**ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร

**ผู้ศึกษา** นางสาวสายฝน ศรีษะนาราช รหัสนักศึกษา 2562100111

**ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ ปีการศึกษา 2558

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทาง ฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 (2) เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง กับของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติตามคู่มือครู และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วสุ่มให้ นักเรียนห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย (1) ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ทั้งหมด 7 ชุด (2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึก ทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง จำนวน 7 แผน (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่องเสียง มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .91 และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียน ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .76 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ที่พัฒนาขึ้น มีค่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 91.90/90.11 (2) ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วย ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง สูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติตามคู่มือ ครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง อยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ** ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ มัธยมศึกษา

**Independent Study title:** The Effects of Using a Computation Skill Exercises Package in the Topic of Sounds on Physics Learning Achievement and Satisfaction with Learning from Using Computation Skill Exercises Package of Matthayom Suksa V Students at Nawamintharachinuthit Satri Wittaya 2 School in Bangkok Metropolis

**Author:** Miss Saifon Srisanarach; **ID:** 2562100111;

**Degree:** Master of Education (Curriculum and Instruction);

**Independent Study advisor:** Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;

**Academic year:** 2558

### Abstract

The purposes of this research were (1) to construct and find the efficiency of a computation skill exercises package in the topic of Sounds for Mathayom Suksa V students based on the 85/85 efficiency criterion; (2) to compare physics learning achievement in the topic of Sounds of the experimental group students who learned from using the developed computation skill exercises package with that of the control group students who learned under conventional instruction based on the teacher's manual; and (3) to study the satisfaction of Mathayom Suksa V students with learning from using the computation skill exercises package in the topic of Sounds.

The research sample consisted of Mathayom Suksa V students in two intact classrooms of Nawamintharachinuthit Satri Wittaya 2 School during the second semester of the academic year 2015, obtained by cluster sampling. Students in one classroom was randomly assigned as the experimental group students; those in the other classroom, the control group students. The research instruments comprised (1) a computation skill exercises package in the physics topic of Sounds consisting of seven learning units; (2) seven learning management plans for the seven learning units of the computation skill exercises package in the topic of Sounds; (3) a learning achievement test on the physics topic of Sounds, with reliability coefficients of .91; and (4) a questionnaire on satisfaction with learning from using the computation skill exercises package in the topic of Sounds, with reliability coefficient of .76. The statistics employed for data analysis were the  $E_1/E_2$  efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

The findings were as follows: (1) the developed computation skill exercises package was efficient at 91.90/90.11; (2) the learning achievement mean score of the experimental group students who learned from using the developed computation skill exercises package in the physics topic of Sounds was significantly higher than the counterpart mean score of the control group students who learned under conventional instruction based on the teacher's manual at the .05 level; and (3) the satisfaction of the students with learning from using the computation skill exercises package in the topic of Sounds was at the high level.

**Keywords:** Computation skill exercises package, Physics, learning achievement, Satisfaction, Mathayom Suksa

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และติดตามการทำงานวิจัยครั้งนี้ด้วยความเมตตาตลอดมานับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกตพิงศ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพรแก่น นายสงกรานต์ บุตตะวงศ์ นายศุภชัย ดวงคำน้อย ที่ให้ความอนุเคราะห์ ตรวจสอบ และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ นายบรรลือชัย ผิวสานต์ ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานในหมวดวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือแนะนำให้กำลังใจในการทำงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จเรียบร้อย และขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่ได้ให้กำลังใจในการเรียนมาโดยตลอด

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เพื่อนนักศึกษาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

สายฝน ศรีษะนาราช

มิถุนายน 2559

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	4
สมมติฐานการวิจัย .....	4
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	4
ขอบเขตการวิจัย .....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์ .....	10
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	21
เอกสารที่เกี่ยวกับแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะ .....	34
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ .....	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	65
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	65
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	66
การสร้างและพัฒนาหาคุนภาพเครื่องมือ .....	66
แบบแผนที่ใช้ในการทดลอง .....	72
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	74
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	75
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	76



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	82
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	83
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมซึ่งกลุ่มทดลอง จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติตามคู่มือครู .....	84
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	85
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	88
สรุปการวิจัย .....	88
อภิปรายผล .....	91
ข้อเสนอแนะ .....	97
บรรณานุกรม .....	98
ภาคผนวก .....	108
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย/ หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ/ บันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ ใช้ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	109
ข ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ .....	115
ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	118
ง ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง .....	137
จ ตัวอย่างคู่มือครู ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง .....	165
ประวัติผู้ศึกษา .....	227



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	
สรุปการสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของชุดฝึกทักษะ	
การคำนวณทางพีลิกส์ตามแนวคิดของผู้วิจัย .....	43
ตารางที่ 4.1	
ตารางแสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์	
เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	83
ตารางที่ 4.2	
แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียน	
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติและ	
คะแนนหลังเรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์	
เรื่องเสียง t-test จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
รายวิชาพีลิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง .....	84
ตารางที่ 4.3	
แสดงความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้	
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	85



ญ

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย .....	5
ภาพที่ 2.1 ความพึงพอใจนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ .....	57



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งความรู้ ทำให้มนุษย์ทุกคนจำเป็นจะต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจในโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม (กรมวิชาการ, 2545, น. 2) เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากต่อการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งจะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์ วิจัยค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจในโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรมความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีแต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์การดูแลรักษาตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้วิทยาศาสตร์ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถทำให้แข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุขซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญดังที่กล่าวมา

วิชาฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่ง ที่มุ่งศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยนำเสนอในรูปของแนวคิดหลัก หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เกี่ยวกับธรรมชาติ การเรียนรู้ฟิสิกส์มีลักษณะเป็นลำดับ คือ ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวคิดหลักที่เป็นพื้นฐานก่อน จึงจะเข้าใจเนื้อหาที่อยู่ในระดับสูงหรือซับซ้อนมากขึ้น ผู้สอนต้องวิเคราะห์ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานของผู้เรียนทั้งด้านความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ที่จำเป็น เนื่องจากการเรียนรู้ฟิสิกส์จำเป็นต้องใช้ความรู้

ทางคณิตศาสตร์เช่นการบวกลบคูณหารการแก้สมการการหาค่าเฉลี่ยการเขียนกราฟฯลฯมาใช้แก้ปัญหา หรือช่วยในการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสมหากผู้เรียนขาดทักษะการคำนวณแล้วจะทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำครูผู้สอนควรมีการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่สำคัญในวิชาฟิสิกส์อยู่เสมอ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนซึ่งจะมีผลต่อการเรียนรู้ในเรื่องต่อไป

จากการสำรวจปัญหาการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ พบปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในวิชาฟิสิกส์คือ นักเรียนขาดทักษะการคำนวณและปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือจำสูตรไม่ได้ ติความจากโจทย์ไม่ได้ รวมทั้งเนื้อหาซับซ้อนมีลักษณะเป็นนามธรรมยากต่อการเข้าใจและเนื้อหาบางอย่างเป็นเรื่องไกลตัวเกินไป รูปแบบการสอนไม่น่าสนใจ เนื่องจากครูใช้เทคนิควิธีสอนแบบบรรยาย ส่งผลทำให้นักเรียนไม่อยากเรียนเป็นเหตุให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำซึ่งนักเรียนที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ดังนี้ ภาคเรียนที่ 1/2556 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 2.94 ภาคเรียนที่ 1/2557 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 2.46 และภาคเรียนที่ 1/2558 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 2.53 นั่นคือยิ่งต่ำกว่าเกณฑ์ค่าเฉลี่ยเป้าหมายของโรงเรียนที่ตั้งไว้ดังนี้ ภาคเรียนที่ 1/2557 เป้าหมายค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 3.01 และภาคเรียนที่ 1/2558 เป้าหมายค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 3.07 ผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์หาค่าศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหาในเรื่องดังกล่าวซึ่งจากการศึกษาเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนได้ต้องเป็นลักษณะที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด สามารถทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าสิ่งที่เรียนไม่ใช่เรื่องไกลตัว ต้องทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ สอดคล้องกับโปปโตเลสและโรเปส (Portoles & Lopez, 2008, p. 106) ที่กล่าวสรุปไว้ว่า ปัจจัย 2 ประการที่ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ได้ประสบความสำเร็จ ประการแรก คือ นักเรียนต้องรู้และเข้าใจแนวคิด ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ และประการที่สอง นักเรียนต้องมีวิธีการใช้แนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์ นำไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณทางฟิสิกส์ได้

จากการศึกษาเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ แนวทางในการแก้ปัญหามีหลายแนวทาง เช่นการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป การสอนโดยใช้ชุดฝึกการสอน การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่แนวทางที่ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้นั้น ผู้เรียนจะต้องฝึกทักษะการคำนวณ ซึ่งการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ จะมีแนวคิดที่สำคัญในการสร้างและจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้นี้ในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล ความต้องการ ความถนัดของ

นักเรียน ใช้วิธีการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยครูจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้ ให้  
 นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ใช้สื่อการสอน  
 หลากหลายเหมาะสมสำหรับนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดในการสร้างชุดฝึกทักษะของสุวิทย์ มูลคำ  
 และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 53-54) ที่ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ฝึก  
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และฝึกทักษะซ้ำๆ ทุกๆ ชุด และมีการฝึกซ้ำหลายๆ  
 ครั้ง เน้นเฉพาะเรื่องที่เกิด ส่งผลให้เกิดความคล่องแคล่วความชำนาญซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสัมพันธ์  
 เชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Edward L. Thorndike) ที่กล่าวว่าพฤติกรรมใดๆ ได้ทำซ้ำๆ และยิ่งทำมาก  
 ความชำนาญก็จะเกิดขึ้นได้ง่าย นั่นคือการทำซ้ำๆ ง่ายๆ บ่อยๆ ย่อมจะทำให้เกิด  
 ความสมบูรณ์ถูกต้อง และเมื่อได้รับผลที่พึงพอใจผู้เรียนย่อมอยากที่จะเรียนรู้ต่อไปอีก

ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการเรียน  
 การสอน เพราะชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่ง ที่จัด  
 กิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสามารถและความสนใจ มีอิสระในการคิด  
 ทุกคนมีโอกาสใช้ความคิดอย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ตรงกับแนวคิดการ  
 จัดการเรียนการสอนของบลูม (Bloom, 1976, pp. 72-74) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียน  
 ปฏิบัติตามที่ต้องการ ย่อมกระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการ  
 เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง ทำให้เกิดความพึงพอใจในตนเองได้ในที่สุด

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เป็นสื่อ  
 ที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนทำให้ผลสัมฤทธิ์  
 ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะการ  
 คำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เพื่อเป็น  
 แนวทางในการใช้ประกอบการเรียนการสอนให้สามารถจัดการเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์อย่างมี  
 คุณภาพ สามารถวัดผลประเมินผลได้ตามความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่า  
 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง เป็นนวัตกรรมที่จะช่วยปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียน  
 การสอนวิชาฟิสิกส์ และเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนที่เกี่ยวข้อง นำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการ  
 สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

2.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง

## 3. สมมติฐานการวิจัย

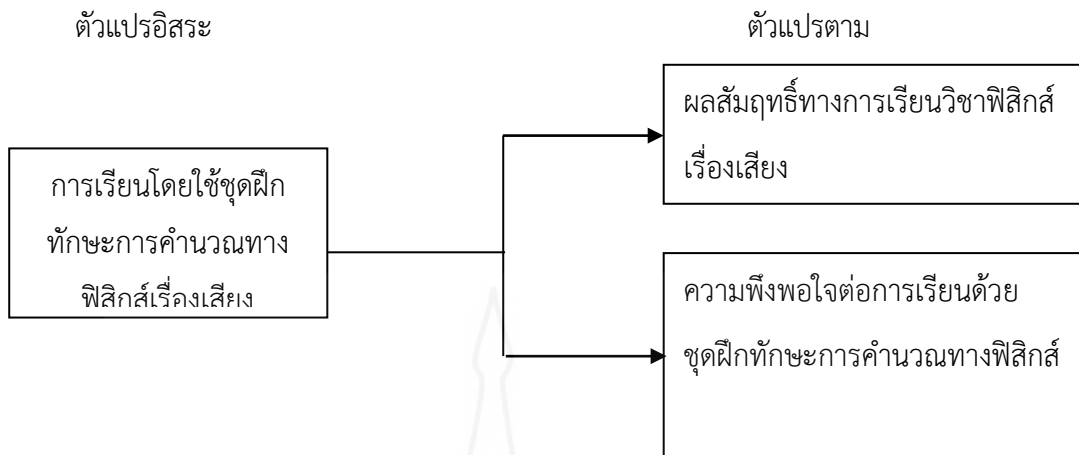
3.1 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

3.2 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์เรื่องเสียง สูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม

3.3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## 4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาผลของการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดดังนี้



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

## 5. ขอบเขตการวิจัย

### 5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในหัวข้อต่อไปนี อัตรารวดเร็วของเสียง สมบัติของคลื่นเสียง ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียงบีตส์และคลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียงในอากาศ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

### 5.2 ขอบเขตด้านประชากร

#### 5.2.1 ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร จำนวน 179 คน 4 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบความสามารถ

#### 5.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จำนวน 2 ห้อง รวมทั้งหมด 90 คน และทำการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ดังนี้

1) *กลุ่มทดลอง* ม. 5/2 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียง จำนวน 45 คน



2) *กลุ่มควบคุม* ม. 5/3 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติตามคู่มือครู จำนวน 45 คน

### 5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

5.3.1 *ตัวแปรต้น* ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง

5.3.2 *ตัวแปรตาม* ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

### 5.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

## 6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 *ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์* หมายถึง ชุดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เขียน และแสดงวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับฝึกทักษะการคำนวณ หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย คำแนะนำการใช้ชุดฝึก ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกทักษะ ประกอบด้วย เนื้อหาสาระ ตัวอย่าง และในแบบฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์แต่ละข้อประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา เรื่องเสียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

6.2 *การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์* หมายถึง ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องเสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนำชุดฝึกทักษะการคำนวณที่สร้างขึ้นผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้น และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญในด้านความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนเมื่อเรียนจากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์โดยคำนวณความก้าวหน้าจากค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I. : The effectiveness index) ซึ่งจะต้องได้ค่า E.I. ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I. : The effectiveness Index) หมายถึง ค่าตัวเลขที่แสดงอัตราการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิม

ที่มีอยู่แล้วหลังจากผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์โดยถือเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป)

**6.3 การคำนวณ** หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำค่าหรือตัวเลขที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณจากการวัด และจากแหล่งอื่น ๆ มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร ค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง หรือถอดรากเป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายเชิงสถิติเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุปต่อไปขั้นตอนการคำนวณของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

**6.4 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ** หมายถึง ชุดฝึกทักษะการคำนวณที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 จำแนกเป็น

**85 ตัวแรก** หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มร้อยละ 85 ของคะแนนเต็มซึ่งได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแต่ละชุดฝึก

**85 ตัวหลัง** หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มร้อยละ 85 ของคะแนนเต็มที่ได้ถูกต้องในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

**6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความรู้ในวิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง โดยวัดเป็นคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**6.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์** หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสอนเนื้อหาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ก่อน แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการคำนวณในชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**6.7 การเรียนแบบปกติ** หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคู่มือครู ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ขั้นนำ เป็นการสร้างหรือกระตุ้นความสนใจหรือเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนขั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ครูต้องใช้เทคนิควิธีสอนต่าง ๆ ขึ้นสรุปและประเมินผล เป็นขั้นที่มุ่งสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหา ประเมินความรู้ความเข้าใจ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

**6.8 ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้แก่ ความ

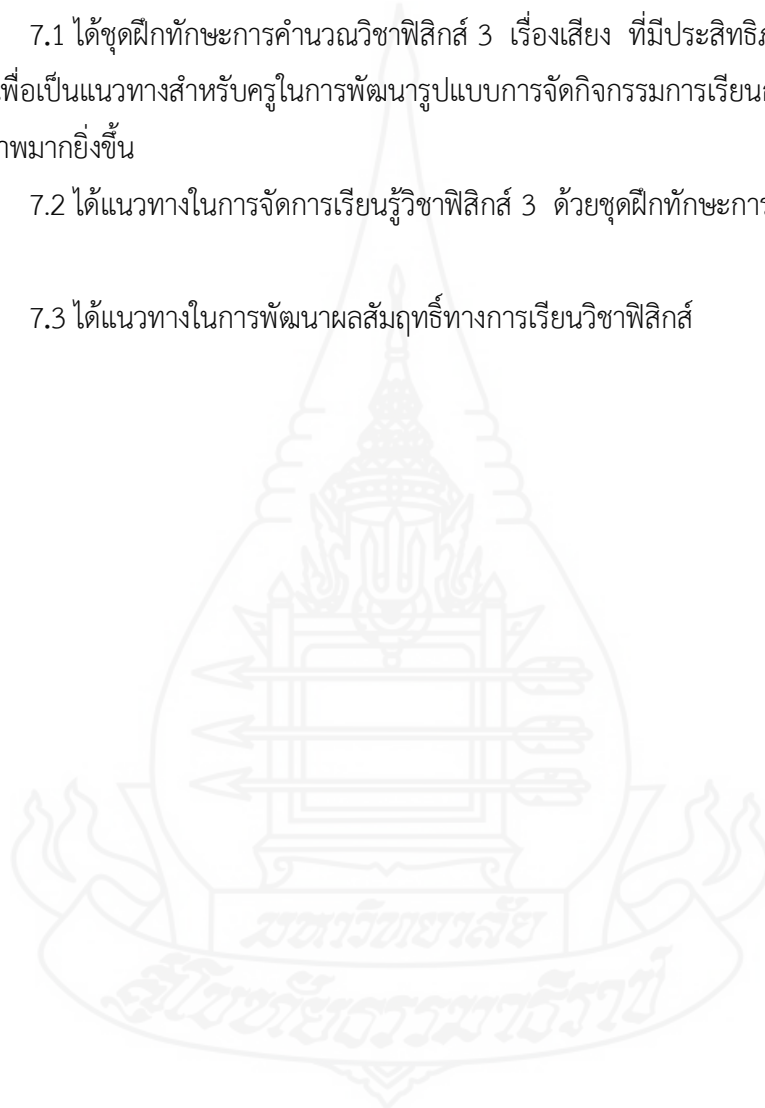
พอใจ ความสนใจ ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## 7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ได้ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องเสียง ที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7.2 ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง

7.3 ได้แนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2551
  - 1.2 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
  - 1.3 ทฤษฎีทางจิตวิทยาเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
3. เอกสารเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะ
  - 3.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ
  - 3.2 ประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ
  - 3.3 ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี
  - 3.4 หลักในการสร้างชุดฝึกทักษะ
  - 3.5 ส่วนประกอบของชุดฝึกทักษะ
  - 3.6 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์
  - 3.7 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์
  - 3.8 ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกทักษะ
  - 3.9 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ
  - 3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะ

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
  - 4.1 ความหมายของความพึงพอใจ
  - 4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างความพึงพอใจในการเรียน
  - 4.3 เทคนิควิธีการวัดความพึงพอใจในการเรียน
  - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความพึงพอใจในการเรียน

## 1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์

### 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยกำหนด วิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละระดับ กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปีไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และเปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเติมเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและจุดเน้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 1.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษ ต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

#### 1.1.2 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับ ผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถี และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

### 1.1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มี วัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเองเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการ เจรจาต่อรองเพื่อจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับและไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลัก เหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มี ต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการ ต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและ ความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น



5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

#### 1.1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

#### 1.1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

#### 1.1.6 ตัวชี้วัด

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในแต่ละชั้นปี ในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1–มัธยมศึกษาปีที่3)

2. ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(มัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6)



### 1.1.7 สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารกับพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่ และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และข้อมูลที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เมื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีและตัวชี้วัดในช่วงชั้นที่ 3 แร่งและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1 มาตรฐาน ว 4.2 และสาระที่ 5 พลังงาน ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์ ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีรายละเอียด ดังนี้

สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. แร่งกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง
2. แร่งกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า
3. แร่งกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก
4. แร่งนิวเคลียร์และไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส

5. ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง
  6. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
  7. สมบัติของคลื่นกล
  8. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น
  9. การเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียงการได้ยิน
  10. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
  11. ปฏิกริยานิวเคลียร์ฟิวชัน ฟิชชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน
  12. ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี
  13. การเกิดกัมมันตภาพรังสี และวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม
- สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำในสาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ผลของการใช้พลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีขอบข่ายของเนื้อหา ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องเสียง ดังนี้อัตราเร็วของเสียงสมบัติของเสียง ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง บีตส์และคลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียงในอากาศปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก ซึ่งจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## 1.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มาจากภาษาอังกฤษที่ว่า “Science” นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Sciences” ซึ่งหมายถึง ความรู้ ฉะนั้นในสมัยก่อนๆ วิทยาศาสตร์จะหมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว กระบวนการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในสมัยก่อนๆ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ วิธีการถ่ายทอดเนื้อหาของผู้สอนที่ง่ายและสะดวกรวดเร็ว คือ การบรรยาย ผู้เรียนมีหน้าที่ฟัง จดจำ แต่ความหมายของวิทยาศาสตร์ในสมัยปัจจุบันได้มีการกล่าวถึงส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (body of knowledge) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry) ตามการจัดของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) ซึ่งจัดได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

### ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ นั่นคือเราสามารถทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกและจักรวาลได้ด้วยความคิด และการใช้ปัญญา โดยมีวิธีการศึกษา

อย่างเป็นระบบ ใช้เครื่องมือต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ แต่มักจะมีคำถามใหม่เกิดขึ้นเสมอ

### 1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังนั้นคำถามใหม่จึงเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และส่งผลในการปรับปรุงหรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการสังเกตครั้งใหม่อาจได้ข้อมูลที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วแต่ไม่สามารถอธิบายได้ แม้ว่าในมุมมองวิทยาศาสตร์อาจไม่มีความจริงที่สมบูรณ์ที่สุด (Absolute Truth) แต่ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นจะยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

### 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน กล่าวคือ ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นอย่างช้าๆ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ สืบค้น ทดลอง สร้างแบบจำลองอย่างต่อเนื่องซ้ำแล้วซ้ำเล่า ดังนั้นแม้วิทยาศาสตร์จะยอมรับความไม่แน่นอนและปฏิเสธเรื่องความจริงสัมบูรณ์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้อง แม่นยำ

### 1.4 ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ

แนวความคิดคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยเกี่ยวกับกฎและทฤษฎี คือ “กฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้ว จึงมีความน่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎี” ในความเป็นจริงแล้วทั้งกฎและทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน โดยกฎ คือ แบบแผนที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี คือ คำอธิบายว่าทำไมแบบแผนของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎนั้นๆ

### 1.5 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์ไม่

มีหน้าที่ให้คำตอบหรืออภิปรายในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ในหลายสิ่งหลายอย่างบนโลกที่ไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น พลังเหนือธรรมชาติ

## ตอนที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด

การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัยมากกว่าการสังเกตโดยละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูลเป็นลำดับขั้นที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยทำให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Inventiveness) และเป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัวและการทำงานร่วมกันของกลุ่มคน

### 2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน กล่าวคือ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ การ

ทำงานทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลหนึ่ง อาจได้ค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ แต่ความก้าวหน้าทางองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับ การยอมรับขององค์กรวิทยาศาสตร์

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือ การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ที่เชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเข้ากับข้อสรุป อย่างไรก็ตามการใช้ตรรกะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์มีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างสมมติฐาน ทฤษฎี เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังคำกล่าวของไอสไตน์ที่ว่า “การจินตนาการอย่างมีเหตุผลมีบทบาทสำคัญในวิทยาศาสตร์”

2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน นอกจากนี้วิทยาศาสตร์จะอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ แล้ววิทยาศาสตร์ยังคงให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์ เหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง กล่าวคือ ข้อมูลหลักฐานมีความสำคัญอย่างมากในการนำเสนอแนวคิดใหม่ๆ วิทยาศาสตร์มักมีคำถามว่า “แนวคิดนี้มีหลักฐานอะไรมายืนยัน” ดังนั้นการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ อาจมาจากความลำเอียง อันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการใช้ การตีความหมาย การรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับนับถือการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหน ไม่ว่าจะชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่สูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่า อะไรคือความจริง หรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่นๆ

ด้านที่ 3 องค์กรทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมของมนุษยชาติซึ่งมีมิติในระดับบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน กล่าวคือ กิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อาจได้รับการสนับสนุนหรือขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม



3.2 วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินงานในหลายองค์กร คือ วิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการที่ใช้ การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆมีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบแต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยสิ้นเชิง

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรม นั่นคือ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนทั่วไปอาจเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน แต่แท้ที่จริงแล้วทั้งสองมีจุดเน้นที่ต่างกันโดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน

ดังนั้น วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบันจึงหมายถึง เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความจริงของธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบจนเชื่อถือได้ ประกอบด้วยตัวเนื้อหาและส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

### 1.3 ทฤษฎีทางจิตวิทยาเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การพัฒนาทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและการเรียนรู้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดนักจิตวิทยาทางสติปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ สามารถสรุปได้ดังนี้ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553)

**1.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์** (Piaget's development theory, 1972) มุ่งเน้นพัฒนาการทางสติปัญญา ทักษะคิด และทางร่างกายโดยย้าว่าวุฒิภาวะทางร่างกายจะมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อความเจริญงอกงามทางสติปัญญาและทักษะคิดซึ่งจัดลำดับขั้นของพัฒนาการเป็น 4 ระยะ ได้แก่

1. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage) เป็นพัฒนาการของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี เด็กจะรู้เฉพาะสิ่งที่เห็นรูปธรรม มีความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านความคิดความเข้าใจ การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา และการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ต่อสภาพจริงรอบตัว เด็กในวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก ความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กก็ยังอยู่ในขีดจำกัด

2. ระยะควบคุมอวัยวะต่างๆ (pre-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 เดือน จนถึง 7 ปี เพียงเจตต์ได้แบ่งขั้นนี้ออกเป็น 2 ขั้นคือ

2.1 Preoperational Thought เด็กวัยนี้อยู่ในช่วง 2 – 4 ปี เด็กวัยนี้มีความคิดรวบยอดในเรื่องต่าง ๆ แล้ว เพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มียุติผล เด็กสามารถใช้ภาษาและเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ แต่การใช้ภาษานั้นยังเกี่ยวข้องกับตัวเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล เด็กยังไม่เข้าใจเรื่องความคงที่ของปริมาณ

2.2 Intuitive Thought อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 4 - 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้แม้ว่าจะเริ่มมี เหตุผลมากขึ้น แต่การคิดและการตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับความรู้มากกว่าความเข้าใจเด็กเริ่มมีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีความสนใจอยากรู้อยากเห็นและมีการซักถามมากขึ้น มีการเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด อย่างไรก็ตามความเข้าใจของเด็กวัยนี้ก็ขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอกนั่นเอง

3. ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เด็กในช่วงนี้จะมีความสามารถในการคิดและเข้าใจเรื่องราวที่เป็นรูปธรรมได้ดี แต่มีความลำบากอย่างมากที่จะคิดและเข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรม และการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหายังต้องอาศัยสิ่งที่เป็นนามธรรม จุดเด่นของเด็กวัยนี้คือเริ่มมีเหตุผล สามารถคิดกลับไปกลับมาได้ เด็กเริ่มมองเห็นเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่หลายมุมมากขึ้น สามารถตั้งกฎเกณฑ์นำมาใช้ในการแบ่งแยกสิ่งต่างๆ เป็นหมวดหมู่ได้

4. ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 11 – 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ ในขั้นนี้โครงสร้างทางความคิดของเด็กพัฒนามาถึงขั้นสูงสุด เด็กจะเริ่มเข้าใจกฎเกณฑ์ทางสังคมได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้โดยใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ เด็กรู้จักคิดและตัดสินใจปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น สนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) มีประโยชน์กับการพัฒนาทักษะการคำนวณซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ถือว่ามีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมได้

### 1.3.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner, 1965) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องของจากเพียเจต์ เชื่อว่า มนุษย์ที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการ



เรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (ทิสนา เขมมณี, 2544, น. 66-68) แนวคิดของบรูเนอร์เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา คล้ายกับทฤษฎีของเพียเจต์แต่บรูเนอร์เน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเพียเจต์มองข้ามสิ่งแวดล้อมไป บรูเนอร์ได้เสนอว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 Enactive Stage เป็นระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ซึ่งตรงกับขั้น Sensorimotor Stage ของเพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือประสบการณ์มากที่สุด

ขั้นที่ 2 Iconic Stage เป็นขั้นที่เด็กมีระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้ แต่ยังไม่รู้จักการใช้เหตุผลซึ่งตรงกับขั้น Concrete Operational Stage ของเพียเจต์ เด็กวัยนี้จะเกี่ยวข้องกับความเป็นจริงมากขึ้นจะเกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ และภาพแทนในใจ อาจจะมีจินตนาการบ้างแต่ไม่ลึกซึ้ง

ขั้นที่ 3 Symbolic Stage เป็นขั้นพัฒนาการสูงสุดทางด้านความรู้และความเข้าใจ เปรียบได้กับขั้นระยะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์โดยการใช้สัญลักษณ์หรือภาพ สามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม ตลอดจนสามารถคิดแก้ปัญหาได้

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถสรุปได้ว่านักเรียนในช่วงขั้นที่ 3 อายุระหว่าง 11 -15 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นช่วงอายุของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ มีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และสอดคล้องกับขั้น Symbolic Stage ของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ซึ่งนักเรียนสามารถคิดตัดสินใจปัญหา มีจินตนาการสร้างสรรค์ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม สามารถคิดหาเหตุผลและทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางพีสิกส์โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองใช้กับนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลสามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้

## 2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางสมรรถนะด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับ ประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครูทำให้บุคคลได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่าน ดังนี้

สุดาลักษณ์ เข็มพรมมา (2548, น. 20) ให้ความหมายของ“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ว่า หมายถึงความรู้หรือทักษะของบุคคลอันเกิดจากการเรียนรู้ โดยการแสดงออกซึ่งความสำเร็จของบุคคลในการเข้าถึงความรู้ใด ๆ นั้นสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

เจตน์สุภษฎ์ สังข์พันธ์ (2554, น. 18) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ความเข้าใจความสามารถหรือผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดจากความรู้ทักษะและความสามารถในด้านต่างๆของนักศึกษาจนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ตลอดจนเป็นความสำเร็จของผู้เรียนที่ได้รับหลังจากเรียนรู้วิชานั้นๆไปแล้วโดยพิจารณาจากคะแนนสอบหรือจากการทำงานตามที่ครูกำหนดหรือทั้งสองอย่างรวมกันหรือได้จากการสังเกตพฤติกรรมและความสำเร็จด้านอื่นๆ

อุทร ทิพย์อักษร (2550, น. 12) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความรู้ ความเข้าใจทักษะและเจตคติอันเกิดจากการเรียนรู้ซึ่งอาจวัดได้จากการทดสอบระหว่างหรือหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทดสอบหรือวิธีการอื่น ๆ นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะบอกคุณภาพของผู้เรียนแล้วยังแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของหลักสูตรคุณภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดจนความรู้ความสามารถของครูผู้สอนและผู้บริหาร

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2546, น. 25) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพสมรรถนะด้านต่าง ๆ เช่น ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของเด็ก ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือ การรายงาน ทั้งการเขียน การพูด การทำงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนการทำการบ้านในแต่ละวิชา ซึ่งองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกายและบุคลิกภาพ

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา มารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
  3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรม และด้านสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดู และฐานะของครอบครัว
  4. องค์ประกอบด้านความสัมพันธ์กับเพื่อนในช่วงวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
  5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน
  6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กรมวิชาการ, น. 2546)
    1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
    2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
    3. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
    4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
    5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษยชาติและสภาพแวดล้อม
- นิษฐา บุญภักดี (2552, น. 10) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน อาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต และจากการใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป
- พิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552, น. 18) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความรู้ความสามารถที่แสดงถึงความสำเร็จที่ได้จากการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนได้จากแบบทดสอบทางภาคทฤษฎีหรือภาคปฏิบัติหรือทั้งสองอย่าง
- วุฒิชัย ดานะ (2553, น. 32) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่างๆ โดยอาศัยเครื่องมือในการวัดผลหลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรมกล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนรู้ในชั้นเรียนในรายวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบ หรือเกรตที่ได้จากการเรียน

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, น. 53) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2548, น. 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549, น. 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและ ประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) หมายถึง ผลที่เกิดจาก กระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถวัดได้โดยการ แสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัยพฤติกรรมทางการกระทำ รวมถึงความรู้ ความสามารถของนักเรียนอันเกิดจากการจัดการเรียนการสอน ความสำเร็จในด้าน ความรู้ความสามารถที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดจนความพยายามที่ได้รับจากการฝึกฝนจน เกิดทักษะที่ต้องการหรือประสบการณ์การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลและสามารถวัดได้โดยการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับ หลังการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ประกอบด้วยพฤติกรรมความสามารถในเรื่อง ความรู้ความจำ การคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และคิดสังเคราะห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความสามารถทางฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละคนว่ามีพฤติกรรมอยู่ในระดับใดสิ่งที่จะสามารถบอก ผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนคือ ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะทราบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนนั่นเอง

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดความรู้ของผู้เรียนเป็นขั้นตอนแรกก่อนมีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อตัดสินผู้เรียน

Bloom (1982) เป็นนักการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของการจัดการเรียนการสอน ผลงาน ทางด้านการศึกษาที่นำมาใช้เป็นแนวปฏิบัติ โดยทั่วไปในการจัดการศึกษาทุกระดับ คือเรื่องของ จุดประสงค์ทางการศึกษาและกลวิธีการเรียนรู้ โดยต้องคำนึงถึงธรรมชาติของนักเรียน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ สำคัญที่นำมาสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีชื่อว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนว่ามีความแตกต่างกัน นักเรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาใน หน่วยย่อยต่าง ๆ ได้โดยใช้เวลาเรียนที่แตกต่างกัน ในการสอนจึงต้องมีการเตรียมเงื่อนไขที่จะช่วยให้

นักเรียนทุกคนสามารถผ่านลำดับขั้นตอนของทุกหน่วยการเรียนรู้ ถ้านักเรียนได้เรียนตามอัตราการเรียนรู้ของตนเองก็จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น

การวัดผลสัมฤทธิ์ตามแนวคิดของ Bloom (1982) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้แนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในการประเมินระดับความรู้ ทักษะและเจตคติของนักเรียน ซึ่งจำแนกตัวองค์ความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัดและคุณลักษณะของพฤติกรรมออกมาตามความเชื่อ เช่น ระดับความรู้ ความสามารถ ตามแนวคิดของ Bloom มี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความ สูตรต่าง ๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้ครบถ้วน

2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้

3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้

4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยเช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

5. การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบหรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินใจจากข้อมูลคุณค่าของหลักการ โดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน หรือ การตัดสินใจผลการเรียนของผู้เรียน เนื่องจากเป็นการวัดระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน หลังจากที่ได้รับการฝึกฝน โดยอาศัยเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2548) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ในภาพรวม การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่างๆ ของผู้เรียนจะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้ การวัดและประเมินผลตัวผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงวัดและประเมิน 2 แนวทางคือการวัดและ



ประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of educational objectives ของ Bloom และ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) พฤติกรรมที่ต้องการทำการวัดประเมินผู้เรียน ได้แก่

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละสิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความสำคัญ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความเห็น อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

2.1 พฤติกรรมความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

2.1.1 ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่างๆได้ด้วยตนเอง

2.1.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบ สถานการณ์

ใหม่

2.1.3 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์ หนึ่ง

2.2 การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่างๆ ด้วยคำพูดของตัวเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ ที่กำหนดให้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านการนำไปใช้ เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจ มาประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การเขียนคำถามในระดับนี้อาจเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติ ถามให้อธิบาย หลักวิชา ถามให้แก้ปัญหา ถามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

4. ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจงรายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อยๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. ด้านการสังเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อย ของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งที่แตกต่างจากเดิม ความสามารถดังกล่าว

เป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การสังเคราะห์ ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. ด้านการวัดและประเมินค่า เป็นการวัดความสามารถในด้านการสรุปค่าหรือตีราคา เกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการมา อ้างโดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จะเป็นไปตามแนวคิดของ Bloom โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน คือด้านความรู้ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า ซึ่งครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ใช้เป็นแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง

### 2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชา วิทยาศาสตร์มีหลายด้านดังนี้ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ รวมทั้งด้านเจตคติและความสนใจ อีกด้วย ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545, น. 16-25) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่างๆของสาขาวิชาที่จัดสอนใน ระดับชั้นเรียนในแต่ละโรงเรียนลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งเป็นข้อเขียนและ ภาควิปฏิบัติจริงโดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบทดสอบมาตรฐานหมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผลรวมทั้งผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูสอนวิชานั้นมีการวางแผนสร้างอย่างมี ระบบกำหนดวัตถุประสงค์การสร้างชัดเจนมีการทดสอบใช้และผ่านการทดสอบหาคุณภาพหลายครั้ง พร้อมทั้งพัฒนาเกณฑ์ปกติวิสัยของแบบทดสอบนั้นเพื่อเป็นหลักและเปรียบเทียบผล

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนหมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัด ความก้าวหน้าเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียนและค้นหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนการสอนเพื่อ จัดซ่อมเสริมให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู แบบทดสอบที่ครูสร้าง ขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการสร้างข้อคำถามเหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรม ที่สอนไปแล้วซึ่งสามารถวัดได้และควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้ 1) วัดด้านความรู้ความจำ 2) วัดด้านความเข้าใจ 3) วัดด้านการนำไปใช้ 4) วัดด้านการวิเคราะห์ 5) วัดด้านการสังเคราะห์ 6) วัดด้านการประเมินค่า



สำหรับการสร้างข้อคำถามในการวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน สรุปได้ ดังนี้

1. ข้อคำถามที่วัดความรู้ความจำ เป็นข้อคำถามที่สามารถวัดออกมาได้ หรือจำได้ เช่น ถาปนนิยาม คำศัพท์ สถานที่ ขนาด เวลา ปริมาณ บุคคล ระเบียบ ประเพณี ลำดับชั้นของการทำอย่างใดอย่างหนึ่ง แนวโน้ม ประเภท จัดกลุ่มวิธีการ หลักวิชา โครงสร้าง ทฤษฎี

2. ข้อคำถามวัดความเข้าใจ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ เช่น ความสามารถในการจับใจความ ด้านการแปลความหมาย ขยายความ และตีความของคำ ข้อความ เรื่องราวเหตุการณ์ ฯลฯ

3. ข้อคำถามการนำไปใช้ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

3.1 ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์ใด นอกจากนั้นยังมองถึงความเกี่ยวพัน ซึ่งเป็นการหาเหตุผลมาเกี่ยวข้องอยู่เสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา

3.2 ข้อคำถามวัดการสังเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นการวัดว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้แต่ละหน่วยมารวมเป็นหน่วยใหม่ขึ้น คำถามประเภทนี้จะถามเกี่ยวกับการสังเคราะห์ข้อความ การวางแผนและสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นคำถามที่ดูความริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน

3.3 ข้อคำถามวัดการประเมินค่า เป็นคำถามที่ดูความริเริ่มสร้างสรรค์ความสามารถในการวินิจฉัยตีราคาโดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งในการประเมินค่านั้นต้องอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน ไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาด ดี – เลว อย่างไร

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, น. 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, น. 59) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบ แบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่อยู่ของข้อสอบกำหนดไว้
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆและคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นวิธีการวัดประเมินผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีการสร้างแบบทดสอบหลากหลายได้แก่ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงข้อสอบแบบกาถูกกาผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียง แบบเลือกตอบที่มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อวัดทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ และเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้านได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่า

และนอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ดังนี้ (สิริพร ทิพย์คง, 2545, น. 195; พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2545, น. 135-161)

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง
3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกันข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน
4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า
5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึงข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มี ความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป
6. อำนาจจำแนก หมายถึงแบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด
7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี จะต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่เป็นระบบ เริ่มจากศึกษาความรู้ในด้านเนื้อหาและการเขียนข้อคำถามที่ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามแต่ละข้อได้ ซึ่งการสร้างข้อสอบที่เป็นระบบนั้นผู้วิจัยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. การระบุเนื้อหาที่ชัดเจน
3. การทำตารางเนื้อหาจับคู่จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
4. การกำหนดน้ำหนักเนื้อหา

5. การกำหนดเวลาสอบ
6. การกำหนดจำนวนข้อสอบหรือคะแนน
7. การเขียนข้อสอบ
8. การตรวจสอบข้อสอบที่เขียนขึ้น
9. การทดลองใช้และแก้ไขปรับปรุง

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

### 2.4.1 งานวิจัยในประเทศ

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2552, น. 63) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ นักเรียนได้แสดงความคิด ความเข้าใจที่มีต่อบทเรียนได้เป็นอย่างดี ด้วยกระบวนการ PDCA ได้แก่ ขั้นตอนวางแผน (P = Plan) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA และนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการคิด การสรุปองค์ความรู้ ขั้นปฏิบัติ (D = Do) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้และนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายขั้นตรวจสอบ (C = Check) ปรับปรุง พัฒนาแก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบพร้อมทั้งได้ฝึกทักษะประชาสัมพันธ์ ขั้นปรับปรุงแก้ไข (A = Action)ขั้นสุดท้ายก่อนนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน และเผยแพร่โดยเขียนออกมาในรูปของแผนผัง มโนมติ มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างนักเรียนในชั้นเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดำรงศักดิ์ มีวรรณ (2552, น. 61) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ตำบลบางปูใหม่อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรปราการสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรปราการเขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน 50 คนซึ่งได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling)ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 12 ชั่วโมงการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการแบบแผนการทดลอง แบบ One Group Present Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น 0.57 และแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ค่าความเชื่อมั่น 0.53 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t - test Dependent Sample พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุด

กิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, น. 66) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนด้วยวิธี สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียน ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดย เสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01

จักรพันธ์ พิรัชชา (2553, น. 59) ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 5 ขั้น พบว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

สุจินต์ สุทธิวารงกุล (2555, น. 163) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การ แก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตาม แนวคิดของโพลยา สำหรับการสอนซ่อมเสริม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึก วิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณตามแนวคิดของโพลยา สามารถทำให้นักเรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการ สอนโดยใช้แบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณตามแนวคิดของโพลยา ได้ผ่าน กระบวนการสร้างอย่างมีระบบตามหลักการสร้างแบบฝึก การจัดลำดับเนื้อหาได้นำเสนอจากง่ายไปยาก และเป็นไปตามลำดับการวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาจนเกิดทักษะ



### 2.4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ไฮเกอร์และคนอื่นๆ (Gaighera; et. al., 2007, pp. 1106-1108)

ทำการศึกษาผลของโครงสร้างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและความเข้าใจโมทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ กับนักเรียนจำนวน 189 คน ใน 16 โรงเรียน ของประเทศแอฟริกาใต้ โดยในงานวิจัยนี้เน้นที่จะพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์โดยมีการใช้แผนภาพคำตอบ (Solution map) ในการประเมินความเข้าใจโมทัศน์ของนักเรียนจากการเขียนคำตอบในแบบทดสอบอัตนัยที่ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ขั้นตอนการพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ได้อาศัยกรอบความคิดของ Greeno's Model ในการอธิบายถึงทักษะการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผล จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับโครงสร้างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามีผลต่อการทำให้เกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และมีแนวโน้มการนำมโนทัศน์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนสามารถทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบบการคิดในวิชาฟิสิกส์ได้

โกะและไซเลย์ (Gok & Silay, 2008, pp. 15-16) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสอนเทคนิคและแรงจูงใจในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนเกรด 10 ในประเทศตุรกี โดยในกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ และใช้เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบทดสอบและแบบสำรวจในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และกลุ่มควบคุมดำเนินการสอนตามปกติผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าการเรียนแบบมีส่วนร่วมมีประสิทธิภาพว่าการเรียนแบบปกติ

เซลคูก์และคณะ (Selcuk; et. al., 2008. Pp. 1089 - 1110) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนสาขาการศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 37 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยเสริมกระบวนการแก้ปัญหามาตามเทคนิคของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบประเมินทักษะการดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จากทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน หลังได้รับการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เดสโรเรียและเวียร์แมน (Destauriers; & Wieman, 2011, p. 1545)

ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ควอนตัม (Quantum



Mechanics) โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยาย และแบบเชิงปฏิสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการสอนเชิงปฏิสัมพันธ์ ส่งผลให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าการสอนแบบบรรยาย

โทลการ์ (Tolga, 2011, pp. 433-435) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เกี่ยวกับการประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าแม่เหล็ก และความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีการตรวจสอบโดยมีการตรวจสอบมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหามีความแตกต่างกันหรือไม่หลังจากที่ได้รับการสอน Peer Instruction (PI) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า (CSEM) แบบวัดเจตคติ (CLASS) แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยการวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 138 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในเรื่องไฟฟ้าแม่เหล็กที่ได้รับการสอน Peer Instruction (PI) สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

โพล (Pol, 2005, p. 466) ได้ทำการศึกษาผลของการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ โดยสร้างแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อเรื่อง แรง (Force) และพัฒนาโปรแกรมการสอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่เรียกว่า Program Nat Hint ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 10 ซึ่งในการศึกษาได้ดำเนินการโดยได้แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งในกลุ่มทดลอง ( $n = 11$ ) ใช้หนังสือเรียนและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และกลุ่มควบคุม ( $n = 25$ ) ใช้หนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ใช้หนังสือเรียนร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการฝึกทักษะจะให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ได้ ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเรียนวิชาฟิสิกส์ ครูผู้สอนควรจะศึกษาวิธีการและขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่เหมาะสม ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณจะสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ตามจุดประสงค์ของครูผู้สอน

### 3. แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะ

#### 3.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะเป็นอุปกรณ์หรือสื่อการสอนอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงที่ครูจะต้องจัดทำขึ้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ตึ้นนั้นนักเรียนควรมีการฝึกทักษะ เพราะวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาทักษะวิชาหนึ่งของหลักสูตร จึงจำเป็นมากที่ต้องมีการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ ชุดฝึกทักษะมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันเช่นชุดฝึกแบบฝึก แบบฝึกเสริมทักษะ เป็นต้น จากการศึกษาค้นคว้ามีผู้ให้ความหมายของชุดฝึกทักษะไว้หลายท่านดังนี้

ปราณี จินนุทธิ (2552, น. 32) ได้กล่าวว่าแบบฝึกหมายถึงงานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำด้วยตนเองภายหลังจากได้เรียนบทเรียนเพื่อเป็นการทบทวนและฝึกทักษะในเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้ว

ประภาพร ถิ่นอ่อน (2553, น. 29) ได้กล่าวว่าแบบฝึกทักษะหมายถึงสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นโดยที่กิจกรรมที่ได้ปฏิบัติในแบบฝึกนั้นจะครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนไปแล้วทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะมากขึ้น เพราะมีรูปแบบหรือลักษณะที่หลากหลาย

สมพร ตอยยิปิ (2554, น. 32) ได้กล่าวว่าแบบฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาทักษะและความรู้ต่างๆ จนเกิดความชำนาญและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ อย่างถูกต้องความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง

ถวัลย์ มาศจรัส และมณี เรืองขำ (2549, น. 18) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกเสริมทักษะไว้ว่า ชุดฝึกเสริมทักษะหรือแบบฝึกทักษะ เป็นกิจพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลาย และปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ สามารถนำผู้เรียนสู่การสรุป ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของสาระการเรียนรู้ รวมทั้งทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองได้

ไพบุลย์ มุลติ (2546, น. 48) ได้สรุปความหมายของชุดฝึกทักษะ คือชุดฝึกการเรียนรู้ที่ครูสร้างขึ้นให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนรู้อย่างมาแล้วเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ และช่วยเพิ่มทักษะ ความชำนาญและฝึกกระบวนการคิดให้มากขึ้น ทั้งยังมีประโยชน์ในการลดภาระการสอนให้กับครู อีกทั้งพัฒนาความสามารถของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความก้าวหน้าจากผลการเรียนรู้ของตนเองได้

คมขำ แสนกล้า (2547, น. 32) ได้สรุปความสำคัญของชุดฝึกทักษะว่า ชุดฝึกทักษะเป็นส่วนสำคัญในการเรียนการสอน เพราะถ้าขาดชุดฝึกทักษะเพื่อใช้ในการฝึกฝนทักษะความรู้ต่างๆ หลังจากเรียนไปแล้ว ผู้เรียนก็อาจจะลืมความรู้ที่เรียนไปได้ ซึ่งอาจส่งผลให้นักเรียนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ฐานิยา อมรพลัง (2548, น. 75) ได้สรุปถึงความหมายของชุดฝึกทักษะ คือ งานกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ครูจัดให้นักเรียนได้ฝึกหัดกระทำ เพื่อทบทวนฝึกฝนเนื้อหาความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความจำ จนสามารถปฏิบัติได้ด้วยความชำนาญ และให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

วรรณภา ไชยวรรณ (2549, น. 40) ได้สรุปความหมายและความสำคัญของชุดฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึก คือ แบบฝึกหัด หรือชุดฝึกที่ครูจัดให้นักเรียน เพื่อให้มีทักษะเพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่องนั้นๆ มาบ้างแล้ว โดยแบบฝึกต้องมีทิศทางตรงตามจุดประสงค์ ประกอบกิจกรรมที่น่าสนใจและสนุกสนาน

อกนิษฐ์ กรไกร (2549, น. 18) ได้สรุปความหมายของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะหมายถึง สื่อที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะให้แก่แก่นักเรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดที่มีกิจกรรมให้นักเรียนทำโดยมีการทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้วจากบทเรียน ให้เกิดความเข้าใจและเป็นการฝึกทักษะและแก้ไขในจุดบกพร่องเพื่อให้นักเรียนได้มีความสามารถและศักยภาพยิ่งขึ้นเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

พินิจ จันทร์ซ้าย (2546, น. 90) กล่าวถึงชุดฝึกทักษะว่า หมายถึง งาน กิจกรรม หรือประสบการณ์ที่ครูผู้สอนจัดให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วนำมาปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ดังที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่าชุดฝึกทักษะหรือชุดฝึกเสริมทักษะหรือแบบฝึกทักษะหมายถึงแบบฝึก ชุดฝึก หรือสื่อการเรียนการสอนที่ครูจัดทำขึ้นเองเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะเพิ่มมากขึ้นจนเกิดความรู้ ความเข้าใจช่วยเพิ่มความชำนาญและฝึกกระบวนการคิดให้มากขึ้น สามารถนำไปปฏิบัติได้และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างต่อเนื่อง เรียงตามลำดับความยากง่าย ดังนั้นชุดฝึกทักษะจึงเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นโดยกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติในแบบฝึกทักษะนั้นจะครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนไปแล้วทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะมากขึ้นจนทำให้ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าจากผลการเรียนรู้ของตนเองได้ตลอดจนมีทักษะในเรื่องนั้นๆ เพิ่มมากขึ้นและในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการคำนวณของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เพื่อเพิ่มทักษะการคำนวณให้กับผู้เรียนประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหาขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

### 3.2 ประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะที่มีประสิทธิภาพจะช่วยนักเรียนในการเรียนวิชาทักษะปฏิบัติได้มากดังที่ ไพบูลย์ มุลติ (2546, น. 52) ได้อธิบายประโยชน์ของชุดฝึกทักษะไว้ดังนี้ คือ ชุดฝึกมีความสำคัญ และจำเป็นต่อการเรียนทักษะทางภาษามาก เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้นสามารถจดจำเนื้อหาในบทเรียนและคำศัพท์ต่างๆ ได้คงทน ทำให้เกิดความสนุกสนานในขณะที่เรียน ทราบความก้าวหน้าของตนเอง สามารถนำแบบฝึกมาทบทวนเนื้อหาเดิมด้วยตนเองได้ นำมาวัดผลการเรียนหลังจากที่เรียนแล้ว ตลอดจนสามารถทราบข้อบกพร่องของนักเรียนและนำไปปรับปรุงแก้ไขได้ทันที ซึ่งจะมีผลทำให้ครูประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายและลดภาระได้มาก และยังให้นักเรียนนำภาษาไปใช้สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

วรรณภา ไชยวรรณ (2549, น. 41) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของชุดฝึกทักษะไว้ว่า ชุดฝึกช่วยในการฝึกทักษะหรือเสริมทักษะทางภาษา การใช้ภาษาของนักเรียนสามารถนำมาฝึกซ้ำๆ ได้หรือทบทวนบทเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปทบทวนด้วยตนเอง จดจำเนื้อหาได้คงทน มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนชุดฝึกทักษะถือเป็นอุปกรณ์การสอนอย่างหนึ่งซึ่งสามารถทดสอบความรู้ วัดผลการเรียนหรือประเมินผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้ครูทราบปัญหาข้อบกพร่องของผู้เรียนเฉพาะจุดได้ นักเรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง ครูประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายและลดภาระได้มาก

ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ (2550, น. 21) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของคำว่าชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นในเรื่องของการแก้ปัญหา และการพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ โดยสรุปได้ดังนี้

1. เป็นสื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน
2. ผู้เรียนมีสื่อสำหรับฝึกทักษะด้านการอ่าน การคิด การคิดวิเคราะห์ และการเขียน
3. เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ของผู้เรียน
4. พัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านต่างๆ ของผู้เรียน

จากประโยชน์ของแบบฝึกที่กล่าวมา สรุปได้ว่า แบบฝึกที่ดีและมีประสิทธิภาพช่วยทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จ ในการฝึกทักษะได้เป็นอย่างดี

สุวิทย์ มุลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 53 - 54) ได้สรุปประโยชน์ของชุดฝึกทักษะได้ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจบทเรียนดีขึ้น เพราะเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้
2. ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน
3. ฝึกให้เด็กมีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินผลของตนเองได้
4. ฝึกให้เด็กทำงานตามลำพัง โดยมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย
5. ช่วยลดภาระครู

6. ช่วยให้เด็กฝึกฝนได้อย่างเต็มที่
7. ช่วยพัฒนาตามความแตกต่างระหว่างบุคคล
8. ช่วยเสริมให้ทักษะคงทน ซึ่งลักษณะการฝึกเพื่อช่วยให้เกิดผลดังกล่าวนี้ได้แก่
  - 8.1 ฝึกทันทีหลังจากที่เด็กได้เรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ
  - 8.2 ฝึกซ้ำหลายๆ ครั้ง
  - 8.3 เน้นเฉพาะในเรื่องที่ผิด
9. เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
10. ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเอง
11. ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่างๆของเด็กได้ชัดเจน
12. ประหยัดค่าใช้จ่ายแรงงานและเวลาของครู

สรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะถือว่าเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะอย่างเต็มความสามารถของแต่ละบุคคล และสามารถหาข้อบกพร่องของแต่ละคนได้อีกด้วยซึ่งทำได้โดยทดสอบความรู้จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลการเรียนรู้ในการเรียนเรื่องนั้นๆ ทำให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียน และนักเรียนก็ทราบผลความก้าวหน้าของตนเอง อาจทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ และมีทักษะกระบวนการทางฟิสิกส์ด้วย

### 3.3 ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี

ชุดฝึกทักษะเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยเสริมสร้างทักษะให้แก่ผู้เรียน การสร้างชุดฝึกทักษะให้มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบและลักษณะของชุดฝึก เพื่อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนในการสร้างชุดฝึกสำหรับผู้เรียน มีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดีไว้ดังนี้

สำลี รักสุทธี (ม.ป.ป., น. 31-32) กล่าวว่าไว้ว่าลักษณะของชุดฝึกจะมีอยู่ 3 ประเภทดังนี้

1. แบบฝึกทักษะเป็นแบบฝึกที่นำไปใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถเป็นเลิศมีความคิดความจำเป็นพิเศษสามารถเรียนรู้ได้เร็วเพียงแนะนำนิดหน่อยก็เข้าใจได้หรือกลุ่มนักเรียนที่เรียกว่า อัจฉริยะคือกลุ่มนักเรียนที่มีสติปัญญาเป็นเลิศนั่นเองดังนั้นแบบฝึกทักษะจึงนำไปใช้เพื่อพัฒนาความเป็นเลิศของนักเรียนกลุ่มนี้ให้ก้าวไปก่อนเพื่อน
2. แบบฝึกทักษะเป็นแบบฝึกที่นำไปใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางหรือที่เรียกว่าเนยยะบุคคลคือกลุ่มนักเรียนสามารถฝึกได้สอนได้ใช้สื่อนวัตกรรมหรือแบบฝึกทักษะแล้วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้นักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นกลุ่มใหญ่เป็นกลุ่มปกติ



3. แบบฝึกหัดทักษะเป็นแบบฝึกที่นำไปใช้กับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนมีความบกพร่องด้านใดด้านหนึ่งเป็นนักเรียนที่มีสติปัญญาระดับต่ำหรือเด็กแอลดี (LD-Learning Disability) หรือที่เรียกว่า ปทประมะ คือ นักเรียนมีปัญหาขั้นวิกฤต

ดังนั้นสรุปได้ว่าลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดัดนั้น ควรมึลักษณะเข้าใจง่าย ควรมีคำอธิบายที่ชัดเจน เป็นชุดฝึกที่มีหลายรูปแบบโดยคำนึงถึงจุดประสงค์ของการฝึกทักษะนั้น ๆ และต้องมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและระดับความสามารถของผู้เรียน เป็นสิ่งที่ท้าทายให้นักเรียนใช้ความสามารถและฝึกทักษะด้วยตนเองผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะโดยพัฒนาทักษะของตนเองจากการลงมือกระทำหรือฝึกด้วยตนเอง สิ่งที่ได้ฝึกนั้นต้องเป็นทักษะย่อยๆ เรียงตามลำดับความยากง่าย และฝึกอย่างต่อเนื่องครบทุกขั้นตอน ของการฝึกทักษะนั้นผู้ฝึกทักษะจะเกิดความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเองเมื่อมีการฝึกอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดความชำนาญในการฝึก และเป็นไปอย่างรวดเร็วและอัตโนมัติ

### 3.4 หลักในการสร้างชุดฝึกทักษะ

นิตยาภิโร (2553, น. 40) ได้สรุปหลักการสร้างชุดฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนสร้างแบบฝึกจำเป็นต้องกำหนดโครงร่างไว้ก่อนว่ามีวัตถุประสงค์อย่างไรแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม
6. กำหนดเวลาและขั้นตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลอย่างไร

ประภาพร ถิ่นอ่อนง (2553, น. 35) ได้กล่าวว่าหลักการสร้างชุดฝึกทักษะควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้โดยมีจุดมุ่งหมายในการฝึกแบบฝึกควรเริ่มจากง่ายไปหายากมีหลายแบบมีตัวอย่างประกอบมีภาพประกอบและสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

ถวัลย์ มาศจรัส (2550, น. 148-149) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของชุดฝึกทักษะไว้ว่าต้องมีจุดประสงค์ชัดเจนสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะตามสาระการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มการเรียนรู้ในส่วนของเนื้อหาต้องถูกต้องตามหลักวิชา ให้ภาษาเหมาะสม มีคำอธิบายและคำสั่งที่ชัดเจนง่ายต่อการปฏิบัติตาม สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ นำผู้เรียนสู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้และความแตกต่างระหว่างบุคคล มีคำถามและกิจกรรมที่ท้าทายส่งเสริมทักษะกระบวนการเรียนรู้ของธรรมชาติวิชามีกลยุทธ์การนำเสนอ และการตั้งคำถามที่ชัดเจนน่าสนใจปฏิบัติได้ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้



วรรณภา ไชยวรรณ (2549, น. 45) ได้สรุปหลักการสร้างแบบฝึกทักษะดังนี้

1. ความใกล้ชิด คือ ถ้าใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. การฝึก คือ การให้นักเรียนได้ทำซ้ำ ๆ เพื่อช่วยสร้างความรู้ ความเข้าใจที่แม่นยำ

3. กฎแห่งผล คือ การที่ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนด้วยการเฉลยคำตอบจะช่วยให้ผู้เรียนทราบข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไขและเป็นการสร้างความพอใจแก่ผู้เรียน

4. การจูงใจ คือ การสร้างแบบฝึกเรียงลำดับ จากแบบฝึกง่ายและสั้นไปสู่แบบฝึกเรื่องที่ยากและยาวขึ้น ควรมีภาพประกอบและมีหลายรส หลายรูปแบบ

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 54 - 55) ได้สรุปหลักการสร้างแบบฝึกว่าต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนสามารถผ่านลำดับขั้นตอนของทุกหน่วยการเรียนรู้ได้ ถ้านักเรียนได้เรียนตามอัตราการเรียนของตนก็จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จมากขึ้น

จากหลักและวิธีการสร้างชุดฝึกทักษะข้างต้นผู้วิจัยขอสรุปวิธีการสร้างชุดฝึกทักษะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังนี้ คือต้องกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำแบบฝึกทักษะ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียง ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกด้วยความตั้งใจที่จะพัฒนาตนเอง ทำด้วยความเข้าใจตามระดับความสามารถของตน กำหนดระยะเวลาสั้น ๆ ในการฝึก แต่บ่อยครั้ง ไม่ฝึกติดต่อกันเป็นเวลานานเพราะผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายและเมื่อยล้าได้ มีการอธิบายสำหรับข้อที่ยากรวมทั้งการให้ฝึกปฏิบัติควรจะมาหลังการสอน เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้วก็ให้ลงมือฝึกทำจากสิ่งที่ยากไปหาสิ่งที่ยาก อีกทั้งครูต้องแนะนำอย่างใกล้ชิด เพราะถ้าพบข้อผิดพลาดแล้วครูจะได้แก้ไขก่อนที่จะติดเป็นนิสัยในการฝึกและแจ้งให้นักเรียนทราบว่าแบบฝึกทักษะจะเป็นการแสดงถึงความก้าวหน้าของนักเรียน เพื่อครูจะใช้เป็นแนวทางในการช่วยเหลือได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

สำหรับชุดฝึกทักษะการคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีหลักการสร้างดังนี้ในส่วนของจุดประสงค์ผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในส่วนของหน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง ส่วนเนื้อหาได้เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับพื้นฐานความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถในการอ่านและการทำความเข้าใจของนักเรียน เนื้อหาที่จัดให้เป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้ตามหลักวิชาฟิสิกส์

### 3.5 ส่วนประกอบของชุดฝึกทักษะ

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 61 - 62) ได้กำหนดส่วนประกอบของชุดฝึกทักษะได้ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดฝึก เป็นเอกสารสำคัญประกอบการใช้ชุดฝึก ว่าใช้เพื่ออะไรและมีวิธีใช้อย่างไร เช่น ใช้เป็นงานฝึกทำยบทเรียน ใช้เป็นการบ้าน หรือใช้สอนซ่อมเสริมประกอบด้วย

1.1 ส่วนประกอบของแบบฝึก จะระบุว่าในแบบฝึกชุดนี้ มีแบบฝึกทั้งหมดกี่ชุด อะไรบ้าง และมีส่วนประกอบอื่นๆ หรือไม่ เช่น แบบทดสอบ หรือแบบบันทึกผลการประเมิน

1.2 สิ่งที่ครูหรือนักเรียนต้องเตรียม (ถ้ามี) จะเป็นการบอกให้ครูหรือนักเรียน เตรียมตัวให้พร้อมล่วงหน้าก่อนเรียน

1.3 จุดประสงค์ในการใช้ชุดฝึก

1.4 ขั้นตอนในการใช้ บอกข้อตามลำดับการใช้ และอาจเขียนในรูปแบบของแนว การสอนหรือแผนการสอนจะชัดเจนยิ่งขึ้น

1.5 เฉลยแบบฝึกในแต่ละชุด

2. แบบฝึก เป็นสื่อที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้ฝึกทักษะ ให้เกิดการเรียนรู้ที่ถาวร ครอบคลุมองค์ประกอบ ดังนี้ ชื่อชุดฝึกในแต่ละชุดย่อยจุดประสงค์คำสั่งตัวอย่างชุดฝึกภาพประกอบข้อ ทดสอบก่อนและหลังเรียนแบบประเมินบันทึกผลการใช้

### 3.6 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 65) ได้เสนอแนะขั้นตอนการ สร้างชุดฝึกว่า ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกจะคล้ายคลึงกับการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาประเภทอื่นๆ ซึ่ง มีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น
  - 1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการสอน
  - 1.2 ปัญหาการผ่านจุดประสงค์ของนักเรียน
  - 1.3 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์
  - 1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ศึกษารายละเอียดในหลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์และกิจกรรม
3. พิจารณาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อ 1 โดยการสร้างชุดฝึก และเลือกเนื้อหา ในส่วนที่จะสร้างชุดฝึกนั้น จะทำอะไรบ้าง กำหนดเป็นโครงเรื่องไว้
4. ศึกษารูปแบบของการสร้างชุดฝึกจากเอกสารตัวอย่าง
5. ออกแบบชุดฝึกแต่ละชุดให้มีรูปแบบที่หลากหลายน่าสนใจ
6. ลงมือสร้างแบบฝึกในแต่ละชุด พร้อมทั้งข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนให้สอดคล้อง กับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้
7. ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
8. นำไปทดลองใช้ แล้วบันทึกผลเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง
9. ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
10. นำไปใช้จริงและเผยแพร่ต่อไป

ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ (2550, น. 21) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบฝึกทักษะ  
ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระสำหรับการจัดทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ
2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระโดยละเอียดเพื่อกำหนดจุดประสงค์ในการจัดทำ
3. ออกแบบการจัดทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะตามจุดประสงค์
4. สร้างแบบฝึกหัด และแบบฝึกทักษะและส่วนประกอบอื่นๆ เช่น
  - 4.1 แบบทดสอบก่อนฝึก
  - 4.2 บัตรคำสั่ง
  - 4.3 ขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ
  - 4.4 แบบทดสอบหลังฝึก
5. นำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. ปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะจะต้องเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ  
จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตั้งเป้าหมายให้ชัดเจนว่าผู้ฝึกต้องการฝึกทักษะใดจากนั้นลงมือ  
สร้างชุดฝึกทักษะให้ครบตามส่วนประกอบของชุดฝึกโดยต้องคำนึงถึงหลักการสร้างชุดฝึกด้วยและการ  
วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ให้กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### 3.7 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

ขั้นตอนการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ เป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของ  
ปัญหา การศึกษาขั้นตอนในการแก้ปัญหาคำนวณนั้น มีผู้เสนอแนวคิดการแก้ปัญหาคำนวณไว้  
หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการคำนวณทางฟิสิกส์ตามแนวคิดนักฟิสิกส์ศึกษา  
ดังนี้

บิวซิการ์ (Burciaga, 2002, pp. 17-18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคำนวณวิชา  
ฟิสิกส์ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. แปลปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยใช้การวิเคราะห์โจทย์
2. ตรวจสอบความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ
3. ประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาคำนวณ
4. ตรวจสอบคำตอบที่ได้

ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding & Harskamp, 2007, pp. 331-343) กล่าวถึงลำดับ  
ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคำนวณไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านปัญหาโจทย์ ตีความว่าสิ่ง  
ใดบ้างรู้ สิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ของปัญหา และกำหนดวิธีการ หลักการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหามี

ประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถวาดแผนภาพประกอบในการแก้ปัญหา เช่นภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ขั้นตอนที่ 2 ประมวลความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแปลความจากสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ไปสู่ การอธิบายด้วยวิธีการสร้างไดอะแกรม โดยในไดอะแกรมผู้เรียนสามารถกำหนดตัวแปรและปริมาณ ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ และเขียนสูตรทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและสามารถนำมาช่วยใน การแก้ปัญหาได้ การเลือกใช้สูตรต่าง ๆ อาจเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มผู้เรียนในการเลือกตัดสินใจได้

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา หลังจากที่นักเรียนมีคำอธิบาย วิธีการที่ เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วนักเรียนทุกคนจะต้องวางแผนในการแก้ปัญหา โดยแผนนี้ควรจะเกี่ยวข้องกับ ขั้นตอนในสมการและการประมาณค่าอย่างคร่าว ๆ ของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น หลังจากนั้นนักเรียน แลกเปลี่ยนพูดคุยในแผนที่วางไว้ เปรียบเทียบแผนในการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งการเปรียบเทียบการ วางแผนในการแก้ปัญหาก็จะทำให้ให้นักเรียนทราบว่า วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันนั้นได้หลากหลายวิธี

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยการ คำนวณตามที่วางแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 จนกระทั่งได้คำตอบ

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ของคำตอบที่ได้ จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยคำตอบของนักเรียนที่ได้อาจจะตรงกันหรือแตกต่างกันได้ ถ้า คำตอบตรงกัน ก็จะมีการให้นักเรียนอธิบายและตรวจสอบว่าวิธีการได้มาของคำตอบนั้นถูกต้อง แต่ถ้า หากคำตอบที่ได้ของนักเรียนมีความแตกต่างกัน ก็ควรจะตรวจสอบว่าวิธีการใดถูกต้องและสมบูรณ์

โรจาร์ (Rojas, 2010, pp. 22-28) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้อง กับคำถามหรือปัญหา ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องใช้ เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาและคาดคะเนคำตอบ พิจารณาแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำความรู้ความเข้าใจ ข้อมูลและประสบการณ์เดิมที่เคยศึกษามาแล้วมาคิด แก้ปัญหา คาดคะเนคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมปริมาณที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้อง คิดและเขียนในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดหรือสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่สามารถจะนำมาใช้ในการ แก้ปัญหา หรือสร้างกรอบแนวความคิด แผนภาพ ไดอะแกรมลงไปเพื่อให้นักเรียนจะสามารถอธิบายและ สามารถวิเคราะห์ปัญหาในทางฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้การวางแผนแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับการ พิจารณาว่าปัญหากับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร นักเรียนจะต้องวางแผน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา หรือหลายๆ ยุทธวิธีร่วมกัน เพื่อเตรียมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะ

กำหนดแผนไว้หลายแผน หากแผนใดไม่ประสบความสำเร็จก็สามารถใช้แผนอื่นมาทดแทนได้ เช่นการนำสมการที่เกี่ยวข้องมาใช้ และคิดพิจารณาว่าสมการนั้นจะสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาให้ได้ตามแผน

ขั้นตอนที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนพิสูจน์ตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนใดบ้างและถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบข้อผิดพลาดนักเรียนก็สามารถจะประเมินคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ หลังจากตรวจพิสูจน์ความสอดคล้องของสมการและได้มาเป็นผลลัพธ์ นักเรียนต้องทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้รับว่าสอดคล้องตรงตามโจทย์ที่ต้องการหรือไม่ และจากผลลัพธ์นำไปสู่คำตอบอย่างสมเหตุสมผลเพียงใดหรือไม่ และส่งเสริมให้นักเรียนลองหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่แตกต่างในการแก้ปัญหาเดิมเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยและแนวคิดที่สำคัญในแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ของบิวซิการ์ (Burciaga, 2002) ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding & Harskamp, 2007) และโรจาร์ (Rojas, 2010) ซึ่งพบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหามีขั้นตอนการแก้ปัญหาบางขั้นตอนเหมือนกันและบางขั้นตอนมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่ส่วนของวิธีการย่อยๆ จะเหมือนกัน ซึ่งผู้วิจัยนำแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาดังกล่าวนี้นี้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ และสังเคราะห์แนวคิดนักฟิสิกส์ศึกษาได้ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปการสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ตามแนวคิดของผู้วิจัย

ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ที่ใช้ในการวิจัย
ขั้นที่ 1	ทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา	ทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 2	วิเคราะห์ปัญหา	วางแผนแก้ปัญหา
ขั้นที่ 3	วางแผนแก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 4	ดำเนินการตามแผน	ตรวจสอบคำตอบ
ขั้นที่ 5	พิสูจน์ตรวจสอบ ขยายผล	



### 3.8 ทฤษฎีและหลักทางจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการสร้างชุดฝึกทักษะ

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 54-55) ได้อธิบายแนวคิดและหลักการสร้างแบบฝึกหัด การศึกษาในเรื่องจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ผู้สร้างแบบฝึกหัดควรระละเอียด เพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ของจิตและพฤติกรรมที่ตอบสนองนานาประการ โดยอาศัยกระบวนการที่เหมาะสมและเป็นวิธีที่ดีที่สุด การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้จากข้อมูลที่นักจิตวิทยาได้ทำการค้นพบ และทดลองไว้แล้ว สำหรับการสร้างแบบฝึกหัดในส่วนที่มีความสัมพันธ์กันดังนี้

#### 1. ทฤษฎีการลองถูกลองผิดของธอร์นไดค์ซึ่งได้สรุปเป็นกฎเกณฑ์การเรียนรู้ 3

ประการ คือ

1.1 กฎแห่งความพร้อม หมายถึง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลพร้อมที่จะกระทำ

1.2 กฎแห่งผลที่ได้รับ หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเพราะบุคคลกระทำซ้ำๆ

1.3 กฎแห่งการฝึกหัด หมายถึง การฝึกหัดให้บุคคลทำกิจกรรมต่างๆ นั้น ผู้ฝึกจะต้องควบคุมและจัดสภาพการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของตนเอง บุคคลจะถูกกำหนดลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออก

ดังนั้นผู้สร้างแบบฝึกหัดจึงจะต้องกำหนดกิจกรรมตลอดจนคำสั่งต่างๆ ในแบบฝึกหัดทักษะให้ผู้ฝึกได้แสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ผู้สร้างต้องการ

2. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมของสกินเนอร์ ซึ่งมีความเชื่อว่า สามารถควบคุมบุคคลให้ทำตามความประสงค์หรือแนวทางที่กำหนดโดยไม่ต้องคำนึงถึงความรู้สึกทางด้านจิตใจของบุคคลผู้นั้นว่าจะรู้สึกนึกคิดอย่างไร เขาจึงได้ทดลองและสรุปว่าบุคคลสามารถเรียนรู้ด้วยการกระทำโดยมีการเสริมแรงเป็นตัวการ เป็นบุคคลตอบสนองการเร้าของสิ่งเร้าควบคุมกันในช่วงเวลาที่เหมาะสม สิ่งเร้านั้นจะรักษาระดับหรือเพิ่มการตอบสนองให้เข้มข้น

3. วิธีการสอนของกาเยซึ่งมีความเห็นว่าการเรียนรู้มีลำดับขั้น และผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เนื้อหาที่ง่ายไปหายาก การสร้างแบบฝึกหัด จึงควรคำนึงถึงการฝึกตามลำดับจากง่ายไปหายาก

4. แนวคิดของบลูม ซึ่งกล่าวถึงธรรมชาติของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความแตกต่างกัน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาในหน่วยย่อยต่างๆ ได้โดยใช้เวลาเรียนที่แตกต่างกัน

5. ทฤษฎีลำดับขั้นทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาการศึกษา พัฒนาการของมนุษย์เกี่ยวกับเรื่องที่ว่า “คนเราคิดได้อย่างไร” มีการเรียนรู้ที่จะคิดแก้ปัญหาได้อย่างไร ลักษณะความสามารถในการคิดเป็นอย่างไรเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ ความคิดในเรื่องเหล่านี้จะช่วยให้ครูมีความสามารถที่จะพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนให้เพิ่มพูนขึ้น และสามารถเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนได้

สรุปได้ว่า การเรียนรู้เป็นผลผลิตของการพัฒนาการเรียนรู้ และการพัฒนาการทั้งเกี่ยวข้องกัน และแตกต่างกัน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบนรากฐานของการพัฒนาการทางด้าน



กายภาพและชีวภาพ การเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาการ พัฒนาการทางสติปัญญาเกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคนทุกชาติทุกภาษาในลักษณะเดียวกัน แต่แตกต่างกันตามวัยที่จัดไว้ เป็นช่วงพัฒนาการแต่ละขั้นตอน สิ่งที่เกิดควบคู่กับพัฒนาการคือการรับรู้เข้าใจหรือความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นการรับรู้อยู่ 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 18 เดือนหรือ 2 ปี ในขั้นนี้เด็กสามารถรับรู้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 มีปฏิริยาสัมผัสและแสดงความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยอัตโนมัติ มีพัฒนาการในการใช้อวัยวะต่างๆ สัมผัสกับสิ่งของ เริ่มเข้าใจการคงอยู่ของวัตถุ เริ่มใช้ภาษาสื่อสารได้ มีพัฒนาการการเล่นคนเดียวกับการเล่นตามแบบคนอื่น และมีการเล่นเป็นกลุ่มได้บ้างบางครั้ง เป็นขั้นตอนที่สำคัญและเป็นรากฐานของการพัฒนาในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) เริ่มตั้งแต่ 18 เดือน หรือ 2 ปีถึง 7 ปี ขั้นนี้ใช้จินตนาการและภาษาของตนเองเป็นเครื่องมือสื่อสาร แสดงออกถึงความรู้สึกนึกคิดอย่างง่าย ๆ มีความคิดเป็นแบบทางเดียว แปรกลับไปมาไม่ได้ มีเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับความต้องการและความพอใจของตนผู้เดียว ไม่สามารถเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น แก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเดียว ไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน เข้าใจในเรื่องปัจจุบันกาลได้ดี และเข้าใจเรื่องอดีตกาลได้บ้าง เชื่อมโยงกันได้บางครั้งแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงอนาคตกาลได้ ชอบเลียนแบบและเล่นเกมสมมติ เริ่มที่จะแยกประเภทหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ได้บ้าง แต่เป็นไปในลักษณะที่ขึ้นอยู่กับตัวแปรตัวเดียวที่ตนเองพึงพอใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) เริ่มตั้งแต่อายุ 7-11 หรือ 12 ปี ขั้นนี้เด็กสามารถรับรู้เหตุการณ์ สิ่งที่มีตัวตน สัมผัสจับต้องได้ หรือมีตัวอย่างแสดงประกอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร 2 ตัวได้ เป็นขั้นเริ่มต้นของการรับรู้เข้าใจ Piaget เรียกว่า “Operation” ได้แก่ การนับ การจำแนก การเรียงลำดับ มีความคิดเชิงเหตุผลที่ต้องอาศัยสิ่งของที่มีตัวตน จับต้องได้และมีตัวอย่างแสดงประกอบคำนึงถึงเหตุผลของผู้อื่น แต่ยังไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบหรือขั้นตอน ซึ่งในตอนปลายของขั้นนี้เริ่มเข้าใจการแทนที่หรือการทดแทน และเรื่องการจำแนกที่ซับซ้อนได้

ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage) เริ่มตั้งแต่ 11-12 ปีขึ้นไปจนตลอดชีวิต ขั้นนี้สามารถแสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรมเกี่ยวกับข้อคิดปัญหาและเรื่องราวได้ โดยไม่ต้องอาศัยของจริงหรือสิ่งประกอบ จำแนกวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวที่เกี่ยวข้องได้ โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว คิดเรื่องราวอดีต ปัจจุบัน อนาคต นำมาสรุปรวบรวม วิเคราะห์ได้ สามารถรับรู้เข้าใจ “Operation” ได้ดี

จากลำดับพัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ชั้นของ Piaget นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ อยู่ในชั้นที่ 4 คือ ชั้นปฏิบัติการนามธรรม เด็กวัยนี้สามารถแสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรมเกี่ยวกับข้อคิด ปัญหาและเรื่องราวได้ โดยไม่ต้องอาศัยของจริงหรือสิ่งประกอบ จำแนกวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวเกี่ยวข้องได้ โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว คิดเรื่องราวอดีต ปัจจุบัน อนาคต ทำนายตัดสินตีค่าสิ่งต่าง ๆ ได้ นำมาสรุปรวบรวม วิเคราะห์ได้ สามารถรับรู้เข้าใจ “Operation” ได้ดี

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2544, น. 91-92) ได้กล่าวถึง กฎการเรียนรู้ที่สำคัญของ ธอร์น ไคค์ว่า มีอยู่ 3 กฎ คือ

1. กฎแห่งความพึงพอใจ หรือกฎแห่งผล ธอร์นไคค์ได้สรุปว่า อินทรีย์จะทำในสิ่งที ก่อให้เกิดความพึงพอใจและจะหลีกเลี่ยงสิ่งที่ทำให้เขาไม่พึงพอใจ ธอร์นไคค์ได้เน้นถึง การใช้เทคนิคที่จะสร้างความพึงใจให้กับผู้เรียน เช่น การชม การให้รางวัล

2. กฎแห่งความพร้อม การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อผู้เรียนอยู่ในสภาพที่พร้อมจะเรียนหรือพร้อมที่จะทำกิจกรรม ความพร้อมในที่นี้รวมความถึงความพร้อมด้านร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์

3. กฎแห่งการฝึกหัด ประกอบด้วยกฎที่สำคัญ 2 ข้อ คือ

3.1 กฎแห่งการใช้พฤติกรรมใดที่อินทรีย์ได้มีการกระทำอยู่เสมอหรือมีการฝึกฝน อยู่เป็นประจำ ไม่ได้ทิ้งช่วงไว้นาน อินทรีย์ย่อมเกิดทักษะและกระทำพฤติกรรมนั้นได้ดี

3.2 กฎแห่งการไม่ใช้พฤติกรรมใดก็ตามที่อินทรีย์ทิ้งช่วงไว้นานอินทรีย์ย่อมเกิดการลืมหรือกระทำพฤติกรรมนั้นไม่ดี

นอกจากนี้ พงษ์พันธ์ุ พงษ์โสภา (2544, น. 87) ยังได้กล่าวถึงทฤษฎีพฤติกรรมนิยมของสกินเนอร์ ไว้ว่ามีความเชื่อในเรื่องของการเสริมแรง พฤติกรรมใดก็ตามถ้าได้รับการเสริมแรง พฤติกรรมนั้นก็จะมี แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ สกินเนอร์ได้นำผลการทดลองมาใช้ในการกิจกรรมการเรียนการสอนไว้หลายรูปแบบ เช่น บทเรียนโปรแกรม โดยยึดหลักการเสริมแรงและลักษณะอื่นๆ ที่สำคัญ ประกอบด้วย

1. ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมหรือลงมือกระทำด้วยตนเอง
2. ให้มีความก้าวหน้าไปทีละน้อย ๆ
3. ให้ผู้เรียนได้รู้ผลการกระทำในทันที

ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนโปรแกรมตามความเห็นของสกินเนอร์

1. นักเรียนจะได้รับการเสริมแรงได้ทันท่วงที

2. สามารถทำงานได้ตามลำพังซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกมีอิสระในการเรียน ไม่ต้องกังวลใจที่จะถูกครูดุ หรือถูกเพื่อนเยาะเย้ยถ้าทำไม่ได้ ทำให้นักเรียนเกิดความสบายใจที่จะเรียน และสนุกกับการเรียน

3. บทเรียนโปรแกรมจะช่วยให้นักเรียนรู้จักดูแลรับผิดชอบตนเอง และเกิด ความเชื่อมั่นในตนเอง

นอกจากนี้ประภาพร ถิ่นอ่อน (2553, น. 35) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกหัดเพื่อใช้ฝึกทักษะอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องสร้างโดยคำนึงถึงหลักทางจิตวิทยา ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) ต้องคำนึงอยู่เสมอว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถ ความสนใจแตกต่างกัน ในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาให้เหมาะสม ไม่ง่ายเกินไปสำหรับเด็กที่เก่ง และไม่ยากเกินไปสำหรับเด็กอ่อน เพื่อให้เด็กเก่งช่วยเหลือเด็กอ่อน

2. การเรียนรู้โดยการฝึกฝน (Law of Exercise) ธอร์นไดค์ (Thorndike) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อได้มีการฝึกฝนหรือการกระทำซ้ำ ๆ ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรสร้างแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนเรื่องหนึ่ง ๆ ซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง โดยแบบฝึกหัดมีลักษณะหลายรูปแบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย อันจะส่งผลทำให้ความสนใจในการฝึกลดลงและจะไม่เกิดการเรียนรู้เท่าที่ควร

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) เมื่อนักเรียนได้เรียนไปแล้ว นักเรียนย่อมต้องการทราบผลการเรียนของตนเองว่าเป็นอย่างไร เมื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือให้ทำงานใด ๆ จึงควรเฉลยหรือตรวจ เพื่อให้นักเรียนทราบผลโดยเร็ว หรือสามารถตรวจคำตอบได้เองเพื่อจะได้รู้ข้อบกพร่องของตนเอง

4. แรงจูงใจ (Motivation) เพื่อให้เด็กอยากทำแบบฝึกหัดต่อไป แบบฝึกหัดควรเป็นแบบสั้น ๆ เพื่อไม่ให้นักเรียนเบื่อหน่าย ควรมีแบบฝึกหัดหลายรูปแบบไม่ซ้ำซาก เช่น อาจจัดแบบฝึกหัดในลักษณะของเกม กิจกรรมในสถานการณ์ที่ต่าง ๆ แปลกใหม่ น่าสนใจ และสนุกสนานเหมาะสมกับวัยและความต้องการของเด็ก

โดยสรุปหลักจิตวิทยาในการสร้างชุดฝึกนั้นได้แก่ ทฤษฎีลำดับขั้นทางสติปัญญาของเพียเจต์ซึ่งการคิดแบบมีเหตุผลเชิงนามธรรม เป็นการคิดเห็นเชิงนามธรรมเกี่ยวกับข้อคิดปัญหาและเรื่องราวที่เรียนได้โดยไม่ต้องอาศัยของจริงหรือสิ่งประกอบ จำแนกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาการคำนวณที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ สามารถจัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวที่เกี่ยวข้องได้ โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว และทฤษฎีกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ ที่สำคัญ 3 ประการได้แก่ กฎแห่งความพร้อมเมื่อนักเรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจก็จะเกิดการเรียนรู้ได้ดี กฎแห่งความพึงพอใจหรือกฎแห่งผล เมื่อนักเรียนมีความพึงพอใจ สนุกสนาน มีความสุขในการทำกิจกรรมก็จะเกิดการเรียนรู้ได้ดี และกฎแห่งการฝึกหัดเมื่อนักเรียนได้ฝึกฝนอยู่เป็นประจำจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

นอกจากนี้ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมของสกินเนอร์ที่มีความเชื่อในเรื่องของการเสริมแรง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี เมื่อได้รับความภาคภูมิใจ ไม่มีความกังวล ทราบความก้าวหน้าของตนเองไปที่ละน้อย เป็นลักษณะของการเสริมแรง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งผู้วิจัยได้นำทฤษฎีดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์ เรื่องเสียง ในการวิจัยครั้งนี้ด้วย โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกปฏิบัติแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณด้วยตนเองอยู่เสมอ และฝึกตามขั้นซ้ำ ๆ ตามขั้นตอนของแบบฝึก เมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง รู้ผลการกระทำของตนเอง จะก่อให้เกิดความภาคภูมิใจเป็นแรงเสริมให้นักเรียนมีความรู้สึกลอย揚ที่จะเรียนรู้มากขึ้นซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคำนวณทางพีสิกส์เรื่องเสียงได้ดีขึ้น

### 3.9 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2555, น. 72-74) ได้กล่าวถึง ความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกเสริมทักษะ มีเหตุผลคือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตชุดฝึกทักษะ เป็นการประกันคุณภาพของชุดฝึกทักษะว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก
2. สำหรับผู้ใช้ชุดฝึกทักษะ ซึ่งชุดฝึกทักษะจะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างศักยภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ชุดฝึกทักษะที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริง
3. สำหรับผู้ผลิตชุดฝึกทักษะ การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดฝึกทักษะเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้นซึ่งการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การทดลองแบบรายบุคคล (หรือแบบ 1 : 1) เป็นการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะกับผู้เรียนจำนวน 3-4 คน ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถอ่อน ปานกลาง และเก่ง ครุณักวิจัยสังเกตผลการทดลองอย่างใกล้ชิดเก็บข้อมูลจากนักเรียนเป็นรายบุคคล เกี่ยวกับภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร วิธีการนำเสนอ ความถูกต้องของเนื้อหา ความพึงพอใจ โดยใช้การสังเกต การสัมภาษณ์ หรือใช้แบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงชุดฝึกทักษะ ในขั้นตอนนี้อาจวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณด้วยก็ได้ ได้แก่การคำนวณหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ซึ่งในการทดลองแบบรายบุคคลนี้อาจได้ค่า  $E_1/E_2$  ค่อนข้างต่ำ

3.2 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (หรือแบบ 1 : 10) เป็นการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะที่ได้ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1 แล้วกับผู้เรียนกลุ่มเล็กที่คละความสามารถ จำนวน 6 – 10 คน ครุณักวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสังเกต สัมภาษณ์ หรือใช้แบบสอบถาม คำนวณ และหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ในการทดสอบแบบกลุ่มเล็กอาจยังได้ค่า  $E_1/E_2$  ต่ำกว่าเกณฑ์อยู่บ้าง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลนำไปปรับปรุงชุดฝึกทักษะต่อไป

3.3 การทดลองภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะที่แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2 แล้วกับผู้เรียนทั้งชั้นเรียนจำนวนประมาณ 30 – 100 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของประชากรเป้าหมาย ทดลองในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกับสภาพที่จะนำผลผลิตภัณฑทางการศึกษาไปใช้จริง คำนวณหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  แล้วนำผลไปปรับปรุงชุดฝึกทักษะต่อไป ในการทดลองภาคสนามผลลัพธ์ที่เป็นค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ควรได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ดังนั้น ก่อนที่ครูผู้วิจัยจะนำชุดฝึกทักษะไปใช้จริงจะต้องมีการทดลองใช้เพื่อนำข้อมูลจากการทดลองใช้มาปรับปรุงข้อบกพร่องและหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะก่อนเพื่อให้มั่นใจได้ว่าชุดฝึกทักษะที่ครูผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพใช้ได้จริง

เผชิญ กิจระการ(2551, น. 49-51)ได้กล่าวถึงความหมายแนวคิดการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ความหมายของประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน หมายถึง องค์กรรวมของประสิทธิภาพ (Efficiency) ในความหมายของการทำในสิ่งที่ถูก (Do the Thing Right) คือ การเรียนอย่างถูกต้องและมีประสิทธิผล (Effectiveness) ในความหมายของการทำที่ถูกต้องให้เกิดขึ้น (Get the Right Thing Done) นั้นหมายถึง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นจะนำไปสู่การมีคุณภาพ ซึ่งมักนิยมเรียกรวมกันเป็นที่เข้าใจกันว่า “ประสิทธิภาพ” ของสื่อการเรียนการสอน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ หมายถึง การเรียนอย่างถูกต้องตามกระบวนการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะ และผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีคุณภาพ ประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกทักษะ หรือกระบวนการปฏิสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อเรียนครบทุกชุดฝึกทักษะแล้วแสดงค่าตัวเลขสองตัว เช่น 80/80, 75/75 โดยตัวแรก คือ เปอร์เซ็นต์ของการทำฝึกทักษะถูกต้อง ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการและตัวเลขตัวหลัง คือ เปอร์เซ็นต์ของผู้ทำแบบทดสอบถูกต้องถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2. แนวคิดในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนเผชิญ กิจระการ (2544, น. 44-51) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนที่ควรคำนึงถึงดังนี้

2.1 สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจนและสามารถวัดได้

2.2 เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน



2.3 แบบฝึกทักษะและแบบทดสอบต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการสอน จำนวนแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบไม่ควรน้อยกว่าจุดประสงค์

จากแนวคิดข้างต้น สรุปได้ว่า ในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะนั้นจะต้องศึกษาเนื้อหาในบทเรียน การกำหนดจุดประสงค์ในการเรียนการสอน การจัดทำแบบทดสอบและการสร้างสื่อว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง

3. การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนวิธีการหาประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้นมี 2 วิธี ดังนี้

3.1 วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้และผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาค่าประสิทธิภาพต่อไป

3.2 วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้ จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย เช่น บทเรียนโปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากวิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียนหรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น  $E_1/E_2=75/75$  ,  $E_1/E_2=80/80$  ,  $E_1/E_2=85/85$  ,  $E_1/E_2=90/90$  เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) มีความหมายแตกต่างกันในที่นี่ จะยกตัวอย่าง  $E_1/E_2 = 80/80$  ดังนี้

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกทักษะหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 หลัง ( $E_2$ ) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือจำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 หลัง ( $E_2$ ) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ จำนวนนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 หลัง ( $E_2$ )



คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนเรียน (Pre-test)

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 หลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2555, น. 72-74) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการสอนเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากร้อยละการทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อยโดยแสดงเป็นตัวเลข 2 ตัว คือ  $E_1/E_2 = 80/80$ ,  $E_1/E_2 = 85/85$ ,  $E_1/E_2 = 90/90$  เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้ยกตัวอย่าง เช่น  $E_1/E_2 = 80/80$  ดังนี้

1. เกณฑ์ 80 / 80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อย ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนมากหา  $E_1/E_2$  โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ดังนี้

$$E_1 = \left( \frac{\sum x}{\frac{N}{A}} \right) \times 100$$

$E_1$  แทน ค่าประสิทธิภาพกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด ของแบบฝึกได้ถูกต้อง

$\sum x$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N แทน จำนวนผู้เรียน(กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

$$E_2 = \left( \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \right) \times 100$$

$E_2$	แทน	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน(กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

2. เกณฑ์ 80 / 80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ จำนวนร้อยละ 80 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ 32 แต่ละคนได้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80 ( $E_1$ ) ส่วน 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด 40 คน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80 / 80 ในความหมายที่ 3 จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

4. เกณฑ์ 80 / 80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึงนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าข้อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมี ความบกพร่อง)

เกณฑ์ประสิทธิภาพมีหลายเกณฑ์ เช่น 75/75 , 80/80 , 85/85 , 90/90 และ 95/95 การตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้วิจัย แต่ไม่ควรตั้งไว้ต่ำ เพราะเกณฑ์เท่าใด มักจะได้ผลตามนั้น โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะมักจะตั้งไว้ 75/75

จะเห็นได้ว่า การคำนวณหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนนี้เป็นผลรวมของ การหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่เป็นตัวเลข (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่

แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ ดังนั้นประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนในที่นี้จึงเป็นองค์รวมของ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในความหมายของการทำในสิ่งที่ถูก (Do the Thing Right) นั้นหมายถึง การเรียนอย่างถูกต้องและมีประสิทธิผล (Effectiveness) ในความหมายของการทำที่ถูกต้องให้เกิดขึ้น (Get the Right Thing Done) หมายถึง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่ คาดหวัง ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นจะนำไปสู่การมีคุณภาพซึ่งมักนิยมเรียกรวมกันเป็นที่เข้าใจ สั้นๆ ว่า “ประสิทธิภาพ” ของสื่อการเรียนการสอน

### 3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะ

สุจินต์ สุทธิวารงกุล (2555, น. 163) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตาม แนวคิดของโพลยา สำหรับการสอนซ่อมเสริม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์คำนวณ มีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 80.39/80.93 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 เพราะการสร้างแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ เป็นไปตามลำดับ ขั้นตอนของการสร้างแบบฝึกทักษะ และได้ปรับปรุงชุดแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นเป็นระยะจากการนำไป ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย และชุดฝึกทักษะที่ใช้อย่างเสริมเทคนิคของโพลยา ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

## 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

### 4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็น รูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดโดยทางอ้อมจากการ คิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง จึงจะ สามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ และได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายคน ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2552, น. 455) ได้ให้ความหมายไว้ว่า พอใจ หมายถึง สมใจ ชอบใจ เหมาะ และพึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

กาญจนา อรุณสุขจุฑา (2546, น. 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการ แสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถ สังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึง

จะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

ฟ้ามุย สุภณศีล (2548, น. 25) กล่าวว่า ความรู้สึกที่ดี หรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้าม หากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนอง ความพึงพอใจก็จะไม่เกิดขึ้น

ณรัตน์ ลาภมูล (2546, น. 7) ได้ให้ความหมาย ของความพึงพอใจไว้ว่าความพึงพอใจในการปฏิบัติงานหมายถึงความรู้สึกที่สามารถประเมินค่าได้ของบุคคลที่มีต่อการปฏิบัติงานที่ทำอยู่ ซึ่งครอบคลุมมิติต่างๆของงาน

รักษพงษ์ วงษ์ธานี (2547, น. 65) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี หรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนเองต้องการก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีในสิ่งนั้น ตรงกันข้าม หากความต้องการที่ตนเองไม่ได้รับการตอบสนอง ความไม่พอใจก็จะเกิดขึ้น

สุรพงษ์ บรรจงสุข (2547, น. 62) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนในเชิงบวก และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

จันทร์ตรัย น้อยบรรเทา (2547, น. 48) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกทางบวก เช่น ชอบหรือพอใจของบุคคลที่มีต่องานหรือกิจกรรม

มยุรี ศรีคะณย์ (2547, น. 91) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พลังที่เกิดจากจิตที่มีผลทำให้บุคคลชอบ หรือไม่ชอบในงาน หรือกิจกรรมที่ทำ ซึ่งส่งผลให้งานหรือกิจกรรมที่ทำนั้น ประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวได้

ศิโรรัตน์ พลไชย (2546, น. 54) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

วิวัฒน์ กุศล (2547, น. 33) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนเองต้องการก็จะเกิดความรู้สึกดีในสิ่งนั้น

มนต์ชัย เทียนทอง (2548, น. 176) กล่าวว่า ความพึงพอใจ (satisfaction) คือ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะ ความรู้สึกนั้นทำให้บุคคลเอาใจใส่และอาจกระทำการบรรลุถึงความมุ่งหมายที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น

Good (1973, p. 161) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงสภาพหรือระดับความพึงพอใจที่มีต่อผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

Ruth and Murali (2001, p. 1) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็นเงื่อนไขที่ส่งเสริมการพัฒนาจิตใจภายในและทำให้แรงจูงใจในการเรียนรู้ดำเนินต่อไปได้

จากความหมายของความพึงพอใจพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในทางที่ดี ดังนั้นความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ความชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และต้องดำเนินกิจกรรมนั้นจนบรรลุผลสำเร็จความพึงพอใจจะทำให้บุคคลเกิดความสบายใจ หรือสนองความต้องการทำให้เกิดความสุข เป็นผลดีต่อการปฏิบัติงานและการเรียนการสอนโดยผู้ต้องการวัดสามารถวัดความพึงพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์ เรื่องเสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### 4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างความพึงพอใจ

ในการปฏิบัติงานใดๆ ก็ตาม การที่ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในงานที่มีอยู่การสร้างสิ่งจูงใจ หรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับการปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้การปฏิบัติงานนั้นๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้มีนักการศึกษาในสาขาต่างๆ ทำการศึกษาค้นคว้าและตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจในการทำงานไว้ดังต่อไปนี้

Scott (Scott, 1985, p. 124 อ้างใน ณรัตน์ ลาภมูล, 2546, น. 23) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติมีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ
2. งานนั้นต้องมีการวางแผน และวัดความสำเร็จได้โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะดังนี้

- 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

- 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง

- 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกเรียนตามความสนใจและมีโอกาสร่วมกันตั้งจุดประสงค์หรือความมุ่งหมายในการทำกิจกรรมได้เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้

Maslow (1970, pp. 69 – 80) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการ (Hierarchy of Needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า “มนุษย์เรามีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุดเมื่อความต้องการได้รับการตอบสนอง หรือพึงพอใจอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วความต้องการสิ่งอื่นๆ ก็จะเกิดขึ้นมาอีกความต้องการของคนเราอาจจะซ้ำซ้อนกันความต้องการ



อย่างหนึ่งอาจยังไม่ทันหมดไปความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้” ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นดังนี้

1. ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตได้แก่อาหารอากาศ ที่อยู่อาศัยเครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรคความต้องการพักผ่อนความต้องการทางเพศ

2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) ความมั่นคงในชีวิตทั้งที่เป็นอยู่ปัจจุบันและอนาคตความเจริญก้าวหน้าอบอุ่นใจ

3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรมต้องการให้สังคมยอมรับตนเองเข้าเป็นสมาชิกต้องการความเป็นมิตรความรักจากเพื่อนร่วมงาน

4. ความต้องการมีฐานะ (Esteem Needs) มีความอยากเด่นในสังคมมีชื่อเสียงอยากให้บุคคลยกย่องสรรเสริญตนเองอยากมีความเป็นอิสระเสรีภาพ

5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization Needs) เป็นความต้องการในระดับสูงอยากให้ตนเองประสบความสำเร็จทุกอย่างในชีวิตซึ่งเป็นไปได้ยาก

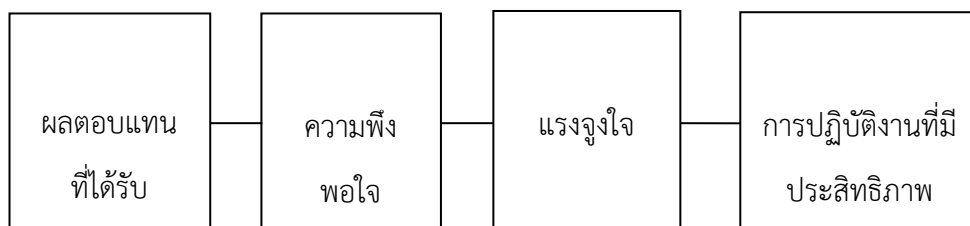
Herzberg (1959, pp. 71-77) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้ความพึงพอใจเรียกว่า The Motivation Hygiene Theory ทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัยคือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการงานซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานเช่นความสำเร็จของงานการได้รับการยอมรับนับถือลักษณะของงานความรับผิดชอบ ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานและหน้าที่ให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงานเช่นเงินเดือนโอกาสที่จะก้าวหน้าในอนาคตสถานะของอาชีพสภาพในการทำงานเป็นต้นในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่กระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ครูผู้สอนซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพอใจในการเรียนรู้การทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมีแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกัน 2 ลักษณะดังนี้

2.1 ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงานการตอบสนองความต้องการผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจจะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนองที่ชนะตามแนวคิดดังกล่าวสามารถแสดงด้วยแผนภาพดังนี้





ภาพที่ 2.1 ความพึงพอใจนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ

จากแนวคิดดังกล่าวครูผู้สอนที่ต้องการให้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบรรลุผลสำเร็จจึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศ และสถานการณ์รวมทั้งสื่ออุปกรณ์ การเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียน ให้มีแรงจูงใจใน การทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2.2 ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจ และผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่นๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสมซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัล หรือผลตอบแทนซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards) โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติได้รับ นั่นคือความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงและการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้ว ความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น

จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลตอบแทนภายในหรือรางวัลภายในเป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเองเช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่างๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จทำให้เกิดความภาคภูมิใจความมั่นใจตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่นส่วนผลตอบแทนภายนอกเป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดทำให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเองเช่นการได้รับคำยกย่องชมเชยจากครูผู้สอนพ่อแม่ผู้ปกครองหรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

อารี พันธมณี (2546, น. 86-87) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี แต่ที่ยอมรับและมีชื่อเสียงที่ผู้วิจัยนำเสนอ คือ ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Need) ที่กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการเหมือนกันแต่ความต้องการนั้นเป็นลำดับขั้น เขาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ไว้ ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอและไม่มีที่สิ้นสุด ขณะที่ความต้องการสิ่งใดได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นก็จะเกิดขึ้นอีกไม่มีวันจบสิ้น

2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่ใช่สิ่งจูงใจสำหรับพฤติกรรมอื่นต่อไป ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองเท่านั้นที่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม

3. ความต้องการของมนุษย์จะเรียงเป็นลำดับขั้นตามลำดับความสำคัญ กล่าวคือ เมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนอง ซึ่งลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ขั้นตอนตามลำดับจากขั้นต่ำไปขั้นสูงดังนี้

3.1 ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการในเรื่องของอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้ได้รับการตอบสนอง

3.2 ความต้องการด้านความปลอดภัยหรือความมั่นคง (Security of Safety Needs) ถ้าความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์จะต้องการในขั้นสูงต่อไป คือ เป็นความรู้สึกปลอดภัย หรือความมั่นคงในปัจจุบันและอนาคต รวมถึงความก้าวหน้าและอบอุ่นใจ

3.3 ความต้องการทางด้านสังคม (Social or Belonging Needs) หลังจากที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองในสองขั้นดังกล่าวแล้วจะมีความต้องการสูงขึ้นอีก คือ ความต้องการทางด้านสังคมเป็นความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

3.4 ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับนับถือ (Esteem Needs) เป็นความต้องการให้คนอื่นยกย่อง ให้เกียรติและเห็นความสำคัญของตนเอง อยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระ และเสรีภาพ

3.5 ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization) เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการอยากจะเป็นอยากจะได้ตามความคิดของตน หรือต้องการจะเป็นมากกว่าที่ตัวเองเป็นอยู่ในขณะนั้น

จากทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์สรุปได้ว่า ความต้องการหรือความคาดหวังไม่มีที่สิ้นสุดและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในการศึกษาความพึงพอใจในครั้งนี้ เป็นการประเมินความรู้สึกพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### 4.3 วิธีการวัดความพึงพอใจในการเรียน

การศึกษาจะมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนต้องมีการสร้างความพึงพอใจในการเรียนตั้งแต่เริ่มต้นให้แก่ผู้เรียนซึ่งการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือการปฏิบัติให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ การให้

คำแนะนำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจ ซึ่งในปัจจุบันผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำ ดังนั้นการกระทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานจึงต้องคำนึงถึงแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกันอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการตอบสนองที่สนองตามแนวคิดดังกล่าว

2. ผลการปฏิบัติงานไปสู่ความพึงพอใจซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่นๆ ผลของการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลของการตอบแทนที่เหมาะสมที่สุดโดยตอบสนองความพึงพอใจในรูปแบบของรางวัลหรือผลตอบแทนภายใน (intrinsic rewards) และผลตอบแทนภายนอก (extrinsic rewards) โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของการตอบแทนที่ได้รับรู้แล้ว ความพึงพอใจก็ย่อมเกิดขึ้น โดยมีผู้ให้แนวคิดไว้ ดังนี้

ไวท์เฮด (Whitehead, 1967, p. 1) ได้กล่าวถึง จังหวะของการศึกษามี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างความพึงพอใจ โดยให้นักเรียนได้รับสิ่งใหม่ๆ มีความตื่นเต้น พอใจในการได้พบและเกิดสิ่งใหม่ๆ
2. การทำความกระจ่าง โดยมีการจัดระบบระเบียบ ให้คำจำกัดความ มีการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจน
3. การนำไปใช้โดยนำสิ่งใหม่ที่ได้มาไปจัดสิ่งใหม่ๆ ที่จะได้พบต่อไป เกิดความตื่นเต้นที่จะเอาไปจัดสิ่งใหม่ๆ เข้ามา

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องใช้จิตวิทยาในการเรียนรู้ เช่น การเสริมแรง การสร้างแรงจูงใจ การสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมเรียนรู้การให้คิดค้นหาคำตอบด้วยตนเองและเมื่อผู้เรียนได้คำตอบที่เป็นที่น่าพอใจแล้วจะทำให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเองได้มากที่สุด ตลอดจนการใช้สื่อที่มีประสิทธิภาพได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์ เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนถ่ายทอดให้

#### 4.3.1 เครื่องมือในการวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับระดับความรู้สึกรักของนักเรียนเพราะความพึงพอใจเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล เป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก การวัดจึงวัดจากบุคลิกภาพ แรงจูงใจ การรับรู้ แต่มีข้อแตกต่างที่

การตีความและวิธีการ เพราะบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไปในเรื่องประสบการณ์และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งมีนักวิชาการได้เสนอวิธีการวัดไว้ใกล้เคียงกัน ดังนี้

มนต์ชัย เทียนทอง (2548, น. 176) ได้เสนอวิธีการวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่าบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งนั้นๆ อย่างไร

2. การรายงานตนเอง (Self – Report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา จากการเล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพึงพอใจ

3. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างไม่ใช่ในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง

4. เทคนิคจินตนาการ (Projective techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ เมื่อผู้สอบเห็นภาพแปลกๆ ก็จะเกิดจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมายจากการตอบนั้นๆ ก็พอจะวัดเจตคติได้ว่าพอใจหรือไม่

5. วิธีการวัดทางสรีระ คือ ใช้เครื่องมือ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย การวัดทางสรีระนี้สามารถกระทำได้โดย การวัดการต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายอีกวิธีหนึ่ง

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ ( 2549, น. 181) ได้เสนอวิธีการวัดความพึงพอใจว่าสามารถวัดได้โดยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ตอบโดยต้องอาศัยแนวคิดทฤษฎีสันับสนุนจะทำให้แบบวัดความพึงพอใจมีคุณภาพตรงตามจุดประสงค์ของผู้สร้าง ซึ่งการสร้างแบบวัดความพึงพอใจนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุมงาน เงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคล เป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การรายงานตนเอง การสัมภาษณ์ เทคนิคจินตนาการ การวัดทางสรีระ

และแบบสอบถาม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนความมุ่งหมายของการวัดจึงจะส่งผลให้การวัดมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดความพึงพอใจต่อชุดแบบฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด ตามลำดับ

#### 4.3.2 การสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจ

มนต์ชัย เทียนทอง (2548, น. 176) ได้สร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจโดยมีลักษณะใกล้เคียงกันดังนี้

1. รวบรวมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการวัด
2. พิจารณาว่าต้องการวัดความพึงพอใจของใคร ที่มีต่ออะไร และให้ความหมายของความพึงพอใจและสิ่งที่จะวัดนั้นให้แน่นอน
3. เมื่อตีความหมายของสิ่งที่ต้องการวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละข้อนั้นๆ ให้ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้
  - 3.1 ต้องเป็นข้อความที่เขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ใช่ข้อเท็จจริง
  - 3.2 ข้อความที่บรรจุในสเกลจะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นบวกและลบคละกันไป
  - 3.3 ข้อความในแต่ละข้อต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม
4. เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วก็บรรจุลงในสเกล โดยมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก ดังนี้คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด
5. การกำหนดน้ำหนักในการตอบตัวเลือกต่างๆ แต่ละข้อ ซึ่งในการกำหนดน้ำหนักว่าตัวเลือกใดจะมีน้ำหนักเท่าใดนั้น มีวิธีการอยู่ 3 วิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ Arbitrary weighting method ซึ่งกำหนดให้แต่ละตัวเลือกมีน้ำหนักเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ถ้าข้อความเป็นบวก และ 1, 2, 3, 4 และ 5 ถ้าชนิดของข้อความเป็นลบ
6. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ให้เขาระบุข้อบกพร่อง การใช้ภาษา ความเข้าใจตรงกัน นำมาปรับปรุงแก้ไข
7. ทดลองนำไปใช้จริง โดยการนำข้อความที่ได้รับการตรวจสอบแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ประมาณ 100 คน ที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา วิเคราะห์คุณภาพของข้อความแต่ละข้อ โดยการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคำถามเป็นรายข้อกับรายฉบับ (Item – test correlation) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยหาค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient)



8. ปรับปรุงข้อความและเลือกข้อความที่มีคุณภาพ

9. นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การให้คะแนนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของคำถามว่าเป็นบวกหรือลบ ถ้าข้อความเป็นบวก

การให้คะแนนจะเป็น 5, 4, 3, 2, และ 1 ตามลำดับ ในกรณีที่ข้อความนั้นเป็นลบ

การให้คะแนนจะเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ทดลองใช้แบบสอบถามเพื่อเลือกข้อความ โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มที่มีลักษณะพื้นฐานคล้ายๆ กับกลุ่มที่เราจะศึกษา แล้วมาวิเคราะห์ข้อความ เลือกเอาเฉพาะข้อความที่มีความแตกต่างของคะแนนในกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำสุด เพราะถือว่าคำถามเหล่านี้สามารถวัดความรู้สึกที่แตกต่างกันได้ สำหรับการศึกษาคำถามวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยก็ได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เรื่องเสียง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าโดยการแสดงความรู้สึกความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ เพื่อประเมินในด้านความพึงพอใจ 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต

#### 4.4 การประเมินผลความพึงพอใจ

มนต์ชัย เทียนทอง (2548, น. 176) กล่าวว่า การหาความพึงพอใจหรือความพอใจเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการประเมินผลด้านคุณภาพในลักษณะภาพรวมของบทเรียนที่ไม่ซับซ้อนซึ่งเป็นการสอบถามความรู้สึก หรือความชอบเกี่ยวกับบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งไม่มีเกณฑ์พิจารณาว่าควรสอบถามในประเด็นใดหรือมีกรอบของประเด็นคำถามอย่างไร เนื่องจากเป็นการสอบถามในภาพรวมอย่างไรก็ตามแนวทางที่ใช้ในการกำหนดประเด็นคำถามที่นิยมใช้ มีอยู่ 2 แนวทางดังนี้

1. แนวทางการประเมินภาพรวมทั่ว ๆ ไป เช่น สอบถามเกี่ยวกับส่วนนำเข้าส่วนประมวลผล และส่วนที่แสดงผล โดยพิจารณารายละเอียดแต่ละส่วน ๆ ว่ามีข้อคำถามใดบ้างที่จะสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้บทเรียน กล่าวได้ว่าแนวทางนี้เป็นแนวทางที่มีการใช้ประเมินความพึงพอใจมากที่สุด

2. แนวทางการใช้ทฤษฎีประเมินผล เช่นอาจประยุกต์ใช้CIPP Model หรือAlkin Modelเป็นต้น โดยสามารถนำทฤษฎีประเมินผลที่มีอยู่มากำหนดกรอบในการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสาระ (Context)ส่วนนำเข้า (Input)ส่วนประมวลผล (Process) และผลผลิต (Product)เป็นต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะนิยมใช้แบบสอบถามมากกว่าการสัมภาษณ์ โดยการกระทำกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้บทเรียนโดยตรง เพื่อประเมินความพึงพอใจหลังจากที่ทดลองใช้บทเรียนแล้ว



ผลที่ได้จากการประเมินจะเป็นดัชนีบ่งชี้ความพึงพอใจของผู้เรียน สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่ได้จากแบบสอบถาม จะใช้ค่าเฉลี่ยมัธยฐาน ฐานนิยมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือใช้สถิติเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้เรียนแต่ละกลุ่มก็ได้

แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งมี 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุดโดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

ค่าเฉลี่ยที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแต่ละข้อแล้วเทียบเกณฑ์การประเมิน โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของ Likert ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ต่ำกว่า 1.50	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากหลักการทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าความพึงพอใจในการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ เพราะเมื่อนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนรู้จะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงต้องคำนึงถึงผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้น เพื่อเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น

#### 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความพึงพอใจในการเรียน

สุจินต์ สุทธิวรารกุล (2555, น. 166) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดของโพลยา สำหรับการสอนซ่อมเสริม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากว่าสื่อแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหามีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากสื่อที่ใช้สอนซ่อมเสริมอยู่ตามปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกพบว่า ผู้เรียนมีความรู้สึกชอบและพึงพอใจต่อชุดฝึกอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะชุดฝึกนั้นได้ผ่านการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีองค์ประกอบที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้จริงทุกครั้งเมื่อเครื่องมือมีประสิทธิภาพพอก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจได้ในที่สุด



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพีลิสส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เรื่องเสียง และศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. แบบแผนที่ใช้ในการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1.1 ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ-สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร 4 ห้องเรียน จำนวน 179 คน ซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบละความสามารถ

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

**1.2.1 กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน ละ 45 คน รวมทั้งหมด 90 คน และทำการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มได้ดังนี้

1) *กลุ่มทดลอง* เป็นนักเรียน ม. 5 /2 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง จำนวน 45 คน

2) *กลุ่มควบคุม* เป็นนักเรียน ม. 5/3 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติตามคู่มือครู จำนวน 45 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

2.1 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 ชุด และมีคู่มือประกอบการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ในแต่ละชุด ซึ่งลักษณะของแบบฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ในแต่ละข้อประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบคู่ขนาน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## 3. การสร้างและพัฒนาหาคคุณภาพเครื่องมือ

3.1 เครื่องมือที่ 1 การสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตร เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและกำหนดการจัดการเรียนรู้วิชาพีสิคส์เพิ่มเติม หนังสือเรียนรายวิชาพีสิคส์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้ทราบแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะการคำนวณ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เพื่อนำไปเป็นกรอบในการทำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4 กำหนดสาระที่จะนำไปออกแบบและจัดทำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดทำทั้งหมด 7 ชุด ดังนี้

1.4.1 ชุดฝึกที่ 1 เรื่องอัตราเร็วเสียง

1.4.2 ชุดฝึกที่ 2 เรื่องสมบัติของเสียง

1.4.3 ชุดฝึกที่ 3 เรื่องความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง

1.4.4 ชุดฝึกที่ 4 เรื่องการได้ยินเสียง

1.4.5 ชุดฝึกที่ 5 เรื่องบีตส์และคลื่นนิ่งของเสียง

1.4.6 ชุดฝึกที่ 6 เรื่องการสั่นพ้องของเสียงในอากาศ

1.4.7 ชุดฝึกที่ 7 เรื่องปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

1.5 สร้างแบบฝึกหัดในชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์แต่ละชุดโดยให้สัมพันธ์กับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ในแต่ละชุดและเขียนคำชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

1.6 จัดทำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 7 ชุด

1.7 นำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ พิจารณาความเหมาะสมกับผู้เรียน ความยากง่าย ความถูกต้องของเนื้อหาวิชา และความเหมาะสมของกิจกรรมในชุดฝึกทักษะการคำนวณ

1.8 นำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบ ความตรงเชิงโครงสร้างและตรงเชิงเนื้อหา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งหากมีข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.9 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.10 ปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วนำไปจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

1.11 นำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนในการทดสอบแบบเดี่ยว(1:1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย คือ นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน แล้วนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ และหาข้อบกพร่องทั้งในด้าน ความชัดเจนของคำชี้แจง วิธีการในการทำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ภาษา ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 61.74/60.00 ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ มีการพิมพ์ผิด การใช้ภาษาไม่ชัดเจนและเวลาไม่เหมาะสม แบบฝึกหัดควรประกอบด้วยข้อยาก ปานกลาง และข้อง่าย ผู้วิจัยจึงได้นำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อมูลที่ได้มา

1.12 นำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนในการทดสอบแบบกลุ่ม (1:10) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ จำนวน 6 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มอย่างง่าย คือ นักเรียนเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน แล้วนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพและหาข้อบกพร่องทั้งในด้านความชัดเจน ความเข้าใจและความสมบูรณ์ของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 73.13/73.06 ปัญหาที่พบในการทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหาไม่สมบูรณ์ ตัวอย่างน้อย แบบฝึกหัดคำถามไม่ชัดเจน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขจนได้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ฉบับที่สมบูรณ์ แล้วจึงไปจัดทำเป็นรูปเล่มเพื่อใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจริง

1.13 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ นำไปทดสอบภาคสนาม (ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจริง)คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 45 คน นำผลการวิเคราะห์ไปหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ต่อไป

### 3.2 เครื่องมือที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ



2.2 วิเคราะห์หลักสูตร สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ เพื่อดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน เวลา 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องอัตราเร็วของเสียง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสมบัติของคลื่นเสียง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการได้ยินเสียง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการบีตส์และคลื่นนิ่งของเสียง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการสั่นพ้องของเสียงในอากาศ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องเหมาะสมของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ แล้วนำผลการประเมินความสอดคล้อง ความถูกต้อง เหมาะสมและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ ด้านเทคนิควิธีสอน และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความชัดเจน ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.7 นำข้อมูลจากแบบประเมินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.41 พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ แก้ไขเรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนและเหมาะสมกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อ สำหรับความยากง่ายของเนื้อหาและโจทย์ปัญหาคำนวณในชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์แต่ละชุดควรประกอบด้วยข้อง่าย ปานกลาง และยาก ตามลำดับ

### 3.3 เครื่องมือที่ 3 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อสอบแบบคู่ขนาน เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก มีคำถามที่ครอบคลุมเนื้อหาตามมาตรฐานและผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์และตามระดับพฤติกรรมของบลูม

3.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และวิเคราะห์หลักสูตรโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ คู่มือครู หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เพื่อสร้างแบบทดสอบตามกรอบเนื้อหา

3.3.2 ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี และวิธีการสร้างแบบทดสอบ จากหนังสือเทคนิคการวัดผลของซวาล แพร์ตกุล (2552, น. 1-161) และจากหนังสือการจัดการประเมินผลและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งศึกษาวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์แบบอิงเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 89-90)

3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียง โดยใช้ชุดฝึกทักษะ การคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ในชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่จัดทำขึ้นทั้ง 7 ชุด

3.3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเสียง ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา เพื่อตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไข

3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และความครอบคลุมของคำถาม

3.3.6 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เกณฑ์การยอมรับคุณภาพของแต่ละข้อคำถามคือ ค่า IOC ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป)

3.3.7 ปรับปรุงและจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

3.3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 28 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.3.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อและเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไปจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบ อยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.60

3.3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เลือกไว้จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 28 คน ที่เคยเรียนมาแล้วโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เพื่อหาความเที่ยงของแบบทดสอบ ความเที่ยงของแบบทดสอบใช้วิธีการสอบซ้ำซึ่งได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91 อยู่ใน ระดับสูง

3.3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.4 เครื่องมือที่ 4 การสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ศึกษาเอกสาร ศึกษาทฤษฎีจากตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาการวัด เจตคติ ต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไข

3.4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลและประเมินผล

จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมถูกต้องของเนื้อหา ตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของภาษา เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ จำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมาทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และหาความเที่ยงของแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.4.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32 – 0.56

3.4.6 การหาค่าความเที่ยง (Reliability) นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76

3.4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### 4. แบบแผนที่ใช้ในการทดลอง

4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 90 คน และทำการสุ่มห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Pretest-Posttest control group design) ได้ดังนี้

4.1.1 แบบแผนการทดลองวัดผลก่อนและหลังการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม (Randomized Pretest-Posttest Control Group Design) (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2553, น. 49)

กลุ่มทดลอง	$O_1$	x	$O_2$
กลุ่มควบคุม	$O_1$	~x	$O_2$

- เมื่อ  $O_1$  แทน การทดสอบก่อนเรียน  
 $X$  แทน การเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง  
 $O_2$  แทน การทดสอบหลังเรียน

#### วิธีการวิจัย

1. เลือกตัวอย่างจากประชากรแล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. วัดหรือสังเกตตัวแปรตามก่อนการทดลอง
3. ให้สิ่งทดลองหรือตัวแปรอิสระกับกลุ่มทดลองแต่ไม่ให้สิ่งทดลองนั้นกับกลุ่ม

ควบคุม

4. วัดหรือสังเกตตัวแปรตามภายหลังการทดลอง

$O_1$  หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

$X$  หมายถึง การทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

$O_2$  หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

$O_1$  และ  $O_2$  วัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คนละชุด

#### 4.1.2 การดำเนินการทดลอง

1) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre-test) จากนั้นตรวจผลการสอบและเก็บคะแนนของแต่ละคนไว้

2) ดำเนินการสอนโดย นักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยชี้แจงจุดประสงค์พร้อมวิธีการศึกษาให้ทราบ ซึ่งเมื่อกกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จนครบทั้ง 7 ชุด แล้วจึงวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ตรวจผลการสอบและเก็บคะแนนของนักเรียนแต่ละคนไว้เพื่อนำไปทดสอบสมมติฐาน



**4.2 การศึกษาความพึงพอใจ** ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ใช้กลุ่มทดลองกลุ่มเดียว วัดผลหลังการทดลอง (The single group Posttest-only-design) (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2555, น. 71-74)

#### 4.2.1 แบบแผนในการทดลอง



X หมายถึง การทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง  
 O<sub>2</sub> หมายถึง การวัดความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

#### 4.2.2 การดำเนินการทดลอง

- 1) ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาและใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้จบทุกชุดฝึกภายในเวลาที่กำหนด
- 2) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล
- 4) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

### 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านกระบวนการหาคุณภาพแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ตรวจสอบและเก็บข้อมูลไว้

5.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 แผนตามคำชี้แจงในคู่มือครูและคู่มือนักเรียน ของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เวลาในการสอน 18 ชั่วโมง



5.3 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นตรวจให้คะแนนและเก็บข้อมูลไว้

5.4 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5.5 นำคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะการคำนวณแต่ละชุดมาวิเคราะห์หา ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณ และนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานและนำคะแนนระดับความพึงพอใจมา วิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการสอดคล้องกับ ลักษณะของเครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล จำแนกตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการ ดังนี้

6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วย ใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าสถิติ t- est

6.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการ คำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

5	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมาก
3	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

การแปลความหมายข้อมูล ผู้วิจัยใช้คะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 103)

ค่าเฉลี่ย

4.50 - 5.00	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

## 7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาทดลองครั้งนี้ ใช้สถิติดังนี้

7.1 สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 85/85 จากสูตร (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2555, น. 71-74) ดังนี้

$$E_1 = \left( \frac{\sum x}{\frac{N}{A}} \right) \times 100$$

$E_1$  แทน ค่าประสิทธิภาพกระบวนการที่จัดไว้ในชุดฝึก คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน ของชุดฝึกได้ถูกต้องร้อยละ 85 ของคะแนนเต็ม

$\sum x$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละชุด

A แทน คะแนนเต็มของชุดฝึก

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$$E_2 = \left( \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \right) \times 100$$

$E_2$	แทน	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 85 ของคะแนนเต็ม
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

**7.2 หาค่าดัชนีประสิทธิผลของนวัตกรรม** หาได้โดยการวิเคราะห์จากคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้กับคะแนนเต็มทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเกณฑ์การยอมรับว่านวัตกรรมมีประสิทธิผลช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริงจะต้องมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (ปรีชา เนาว่าเย็นผล, 2555, น. 71-74)

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน} - \text{คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็มหลังเรียน} - \text{คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน}}$$

### 7.3 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**7.3.1 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2555, น. 52-53) ดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

**7.3.2 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** โดยใช้สูตร (กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2555, น. 58-60) ดังนี้

$$p = \frac{R}{T}$$

เมื่อ	p	แทน	ระดับความยากง่ายของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบถูก
	T	แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

7.3.3 ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรของ (กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล, 2555, น. 58-60) ดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N_H}$$

หรือ

$$r = \frac{H - L}{N_L}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	H	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น
	L	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น
	N <sub>H</sub>	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด
	N <sub>L</sub>	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

7.3.4 หาความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 197-199) ดังนี้

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

เมื่อ	r <sub>tt</sub>	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

$$p = \frac{\text{จำนวนนักเรียนตอบถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ

$$q = 1 - p$$

$S_i^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบข้อที่  $i$

$$S_i^2 = \frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N$  แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

**7.3.5 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ** จากสูตร (กาญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2555, น. 54) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณ

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

$S_1^2, S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

$n_1, n_2$  แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

7.4 สถิติที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คือ

7.4.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) โดยใช้สูตรของบุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 104) ดังนี้

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

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน คะแนนเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนผู้เรียน

7.4.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร S.D. ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 106) ดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง  
 แต่ละคนยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

7.5 สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ

7.5.1 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยคำนวณจากสูตรการแจกแจงที (t-distribution) (กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2555, น. 63) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_H - \bar{x}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม  
 $\bar{x}_H$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง



$\bar{x}_L$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
$S_H^2$	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มสูง
$S_L^2$	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
$n_H$	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
$n_L$	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

7.5.2 หาความเที่ยงของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของคอนนาค (Cronbach) (กาญจนา ลิ นทร์ตันศิริกุล, 2555, น. 72)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบถาม
	$S_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือนี้ทั้งฉบับ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา เรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมซึ่งกลุ่มทดลองจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติตามคู่มือครู

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$t$  แทน ค่าพิจารณาในการแจกแจงแบบทีไน (t-distribution)

df แทน ค่าชั้นของความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

\* แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง

การหาประสิทธิภาพของการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) คือการทดสอบภาคสนาม (กลุ่มตัวอย่างจริง) ซึ่งผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดังนี้

1.1 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการพัฒนาโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 85/85 ในการทดสอบภาคสนาม (กลุ่มตัวอย่าง) แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมและคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพมีผลดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ( $E_1/E_2$ )

รายการ	คะแนนจากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ (คะแนนเต็ม 325 คะแนน)	คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	
		ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน (40)
คะแนนรวม	13440.1	998	1623
คะแนนเฉลี่ย	298.67	22.18	36.04
S.D.	9.67	3.537	1.783
ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	91.9	55.44	90.11

ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.78

ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 91.90/90.11

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 ชุด มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง ( $E_1$ ) มีค่าเท่ากับ 91.90 และร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 90.11 แสดงว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียงมีค่าเท่ากับ 91.90/ 90.11 หมายความว่าชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยเฉลี่ยร้อยละ 91.90 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเฉลี่ยร้อยละ 90.11 จากเกณฑ์ที่ตั้งไว้  $E_1/E_2$  เท่ากับ 85/ 85 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.78 แสดงว่าชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการและมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติและคะแนนหลังเรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง t-test จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพีลิสก์ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง

วิธีสอน	N	Mean	S.D.	ผลต่างค่าเฉลี่ย	t
สอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ	45	36.04	1.783	5.533	8.721*
สอนแบบปกติ	45	30.51	3.865		

\* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของผู้เรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติตามคู่มือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.51 คะแนน และกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสก์ เรื่องเสียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.04 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 5.533 คะแนน ดังนั้นการทดสอบสถิติ t พบว่า

ค่าเฉลี่ยระหว่างการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์สูงกว่าการสอนแบบปกติตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติตามคู่มือครู

### ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 4.3 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					$(\bar{x})$	S.D.	ความหมาย
	5	4	3	2	1			
<b>1. ด้านปัจจัยนำเข้า</b>								
1.1 คำชี้แจงในการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจสามารถปฏิบัติตามได้	15	32	0	0	0	4.34	0.48	มาก
1.2 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิกส์มีขนาดตัวอักษรและรูปแบบที่เหมาะสม	29	13	3	0	0	4.60	0.61	มากที่สุด
1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	21	22	2	0	0	4.43	0.58	มาก
1.4 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของชุดฝึกทักษะการคำนวณแต่ละชุด	2	6	36	1	0	3.21	0.55	ปานกลาง
1.5 สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลายน่าสนใจ	4	21	20	0	0	3.66	0.64	มาก
1.6 สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น	21	4	5	0	0	4.28	0.58	มาก
1.7 แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	17	3	10	0	0	4.36	0.57	มาก
<b>เฉลี่ย</b>						<b>4.13</b>	<b>0.57</b>	<b>มาก</b>

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					$(\bar{x})$	S.D.	ความหมาย
	5	4	3	2	1			
<b>2. ด้านกระบวนการ</b>								
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	19	8	3	0	0	3.47	0.61	ปานกลาง
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนนักเรียนสามารถปฏิบัติได้	20	6	4	0	0	4.19	0.65	มาก
2.3 กิจกรรมการเรียนมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความถนัดและตามความสนใจ	24	6	0	0	0	4.21	0.59	มาก
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้อ มีความง่ายเหมาะสม	20	10	0	0	0	4.38	0.61	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากง่ายไปหายาก	15	10	5	0	0	4.51	0.59	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมที่ใช้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	16	9	5	0	0	4.26	0.67	มาก
2.7 การวัดประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้อเรียนรู้อ	19	11	0	0	0	4.28	0.58	มาก
<b>เฉลี่ย</b>						<b>4.22</b>	<b>0.61</b>	<b>มาก</b>
<b>3. ด้านผลผลิต</b>								
3.1 นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจจากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์	19	11	0	0	0	4.36	0.61	มาก
3.2 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์	24	6	0	0	0	4.30	0.55	มาก
3.3 นักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	17	10	3	0	0	3.87	0.68	มาก



ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					$(\bar{x})$	S.D.	ความหมาย
	5	4	3	2	1			
3.4 กิจกรรมการเรียนทำให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น	19	10	1	0	0	4.36	0.64	มาก
3.5 ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอื่นๆ นักเรียนอยากเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะแบบนี้อีก	23	4	3	0	0	4.00	0.75	มาก
<b>เฉลี่ย</b>						<b>4.18</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>						<b>4.18</b>	<b>0.61</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4.3 พบว่าผลการประเมินชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง วิชาฟิสิกส์ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านปัจจัยนำเข้ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.13$  และมีผลการประเมินใกล้เคียงกันโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.73 ด้านกระบวนการมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.22$  และมีผลการประเมินใกล้เคียงกันโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.61 ด้านผลผลิตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากมีค่า  $\bar{x} = 4.18$  และมีผลการประเมินใกล้เคียงกันโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.65 โดยภาพรวมจะเห็นว่ามีค่าเหมาะสมในระดับมากมีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.18$  และมีผลการประเมินใกล้เคียงกันโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.61 ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ในระดับมาก

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสตรีวิทยา ๒ แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

#### 1. สรุปผลการวิจัย

##### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

1.1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

##### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

1.2.2 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์สูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม

1.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

##### 1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

###### 1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ-สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร 4 ห้องเรียน จำนวน 179 คน ซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบความสามารถ

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) และใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มจำนวน 2 ห้องรวมทั้งหมด 90 คนและทำการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ดังนี้

(1) กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้น ม. 5/2 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง จำนวน 45 คน

(2) กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้น ม.5/3 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติตามคู่มือครูจำนวน 45 คน

#### 1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.4.1 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 ชุดประกอบด้วยคู่มือครูประกอบการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ และคู่มือนักเรียน

1.4.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน

1.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

1.4.4 แบบสอบถามพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4.5 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่

1) สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ คือ สถิติที่แสดงค่า  $E_1/E_2$

2) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น

3) สถิติที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือค่า t-test แบบ Independent Sample

4) สถิติที่ใช้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ คือค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

#### 1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.5.1 ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่ง

ผ่านกระบวนการหาคุณภาพแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนตรวจให้คะแนนและเก็บข้อมูลไว้

1.5.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 แผนตามคำชี้แจงในคู่มือครู และคู่มือนักเรียนของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เวลาในการสอน 18 ชั่วโมง

1.5.3 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเป็นข้อสอบคนละชุดกับข้อสอบก่อนเรียน จากนั้นตรวจให้คะแนนและเก็บข้อมูลไว้

1.5.4 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.5.5 นำคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง แต่ละชุด และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน และนำคะแนนระดับความพึงพอใจมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

## 1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการสอดคล้องกับลักษณะของเครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการดังนี้

1.6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

1.6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าสถิติ t – test

1.6.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ผลการทดลองเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1.7.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง พบว่าชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 7 ชุดมีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$

เท่ากับ 91.90/90.11 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.78 แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้มากขึ้นกว่าเดิมคิดเป็นร้อยละ 78

1.7.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.7.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ( $\bar{x} = 4.18$ ) และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61

## 2. อภิปรายผล

การวิจัยผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร

2.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง พบว่าชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 ซึ่งผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 91.90/90.11 หมายความว่าชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เฉลี่ยร้อยละ 91.90 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนจากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีสิคส์ เรื่องเสียง ได้คะแนนร้อยละ 90.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักเรียนได้ฝึกฝนด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณ เรื่องเสียง มากยิ่งขึ้นรวมถึงการดำเนินการเป็นระบบมีขั้นตอนตามวิธีการของกาเย่ ซึ่งมีความเห็นว่าการเรียนรู้มีลำดับขั้นและผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เนื้อหาที่ง่ายไปหายากตามแนวคิดของกาเย่ สรุปได้ว่าการเรียนรู้มีลำดับขั้นดังนั้นก่อนที่จะสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาได้นั้นนักเรียนจะต้องเรียนรู้ความคิดรวบยอดหรือกฎเกณฑ์มาก่อนซึ่งการสอนให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดหรือกฎเกณฑ์ได้นั้นครูจะต้องทำให้นักเรียนเป็นผู้สรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง แทนการบอกความรู้ของครู สอดคล้องกับแนวคิดของธอร์นไดค์ (Thorndike) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีต่อเมื่อได้มีการฝึกฝนบ่อยๆ

หรือกระทำซ้ำๆ จะทำให้เกิดทักษะความรู้ความชำนาญเกิดประสบการณ์เชื่อมโยงความรู้และสามารถเขียนเป็นความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง

2.1.1 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอนกระบวนการสร้างอย่างมีระบบและวิธีการที่เหมาะสมโดยเริ่มตั้งแต่การเลือกเนื้อหา การเรียบเรียงเนื้อหา การศึกษาเอกสารหลักสูตรคู่มือครู และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดเนื้อหาของย่อของหน่วยการเรียนรู้ การกำหนดความคิดรวบยอด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดประเมินผลการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงตัวผู้เรียน อายุ พื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม คำนึงผลที่ต้องการ หรือจุดประสงค์การเรียนรู้ว่าควรเสนอในรูปแบบใด เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุตสาหกรรมศาสตร์ ด้านเนื้อหาได้เรียงจากเนื้อหาที่ง่ายไปหาเนื้อหาที่ยาก ภาษาที่ใช้ชัดเจน มีความต่อเนื่องในแต่ละกรอบมีคำถาม มีคำชี้แจงให้ผู้เรียนตอบสนองแต่ละเรื่องโดยตรง มีการเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้อง มีการสรุปกฎและความคิดรวบยอดที่ชัดเจน และยังเชื่อมโยงความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนความรู้ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายที่อยากจะเรียนรู้ เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ส่งผลให้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ มีประสิทธิภาพนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, น. 65) และธนพร สำลี (2549, น. 57) ที่กล่าวว่าชุดฝึกทักษะที่ดีควรเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับระดับ วัย ความสามารถของเด็ก มีคำชี้แจงสั้นๆ กระชับรัด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำได้ง่าย ใช้เวลาเหมาะสม เป็นชุดฝึกที่น่าสนใจท้าทายความสามารถ สอดคล้องกับถวัลย์ มาศจรัส (2548, น. 148-149) กล่าวว่าชุดฝึกแต่ละชุดเริ่มต้นจากเนื้อหาที่ง่ายไปยาก เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล มีภาษาที่เข้าใจง่าย และยังให้คำแนะนำว่าชุดฝึกควรสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการเร้าใจให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าด้วยความท้าทาย

2.1.2 ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการตรวจหาคุณภาพ โดยได้รับการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในแต่ละชุดฝึก และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยได้นำชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ไปทดลองตามขั้นตอนของการหาคุณภาพของชุดฝึกในการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่มย่อย เมื่อผ่านการทดลองแต่ละขั้นตอนได้นำข้อปัญหาต่างๆ ที่พบเห็นมาปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำไปทดสอบภาคสนาม (กลุ่มตัวอย่าง) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยการลงมือกระทำและฝึกปฏิบัติจริง และจากการที่ผู้เรียนได้ฝึกหัดหรือทำซ้ำ ๆ บ่อย ๆ ย่อมจะทำให้เกิดความสมบูรณ์ถูกต้อง ซึ่งจะเป็นความมั่นคงของสิ่งที่เรียนรู้ให้คงทนถาวรได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของสุจินต์ สุทธิวารงกุล (2555, น. 163) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน



กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดของโพลยา สำหรับการสอนซ่อมเสริม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ มีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 80.39/80.93 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 เพราะการสร้างแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการสร้างแบบฝึกทักษะ และได้ปรับปรุงชุดแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นเป็นระยะจากการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย และชุดฝึกทักษะที่ยังเสริมเทคนิคของโพลยา ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องเสียง หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติตามคู่มือครู ทั้งนี้เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ได้สร้างตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคลทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน และยังมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะปฏิบัติได้ด้วยตนเองจึงเกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยการฝึกฝน (Law of Exercise) ของธอร์นไดค์ (Thorndike) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีการฝึกฝนหรือการกระทำซ้ำ ๆ ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรสร้างแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนเรื่องหนึ่ง ๆ ซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง นอกจากนี้ขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องอ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์ และพิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปสัญลักษณ์ของค่านั้น เพื่อวิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการหาอะไร (คำตอบ) ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ต้องเลือกสมการที่สัมพันธ์กับสิ่งที่สถานการณ์ให้หาหรือกำหนดเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ นักเรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องตามขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์ทำให้ทราบได้ว่าคำตอบที่คำนวณได้นั้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ ในข้อต่อไปเรื่อย ๆ โดยเฉพาะขั้นที่ 4 นี้เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างแนวทางการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณ

ทางฟิสิกส์สูงขึ้น เพราะชั้นตรวจสอบคำตอบเป็นขั้นสุดท้ายหลังจากลงมือปฏิบัติการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ เมื่อนักเรียนได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้ เพื่อหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผล เพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบนั้นมีความถูกต้อง เพราะการตรวจคำตอบจะเป็นส่วนหนึ่งในการยืนยันคำตอบที่คำนวณได้ว่ามีความถูกต้อง จึงอาจทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการคำนวณหาคำตอบของตนเองต่อไป นอกจากนี้นักเรียนยังได้รับการฝึกฝนในการทำโจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่เริ่มจากง่ายไปสู่ยากและซับซ้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ทำให้นักเรียนมีโอกาสที่จะพัฒนาทักษะการคำนวณจนก่อให้เกิดความมั่นใจและมีความเชื่อมั่นในตัวเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับโปรโตเลสและโรเปส (Portoles & Lopez, 2008, p. 106) ที่กล่าวสรุปไว้ว่า ปัจจัย 2 ประการที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ได้ประสบความสำเร็จ ประการแรก คือนักเรียนต้องรู้และเข้าใจแนวคิด ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ และประการที่สอง นักเรียนต้องมีวิธีการและขั้นตอนการใช้แนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์ ในการนำไปใช้แก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ได้ และยังสอดคล้องกับกฎแห่งผล (Law of Effect) ของธอร์นไคด์ (Thorndike) คือเมื่อนักเรียนได้เรียนไปแล้ว นักเรียนย่อมต้องการทราบผลการเรียนของตนเองว่าเป็นอย่างไร เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือให้ทำงานใด ๆ จึงควรเฉลยหรือตรวจคำตอบ เพื่อให้นักเรียนทราบผลโดยเร็ว หรือสามารถตรวจคำตอบได้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้รู้ข้อบกพร่องของตนเองซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไกฮีรา โรแกนบ์ และบัวร์น่า (Gaighera; Roganb & Brauna, 2007) ที่ศึกษาผลของโครงสร้างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหากับนักเรียนในโรงเรียนของประเทศในแอฟริกาใต้ ซึ่งมีการใช้แผนภาพคำตอบ (Solution Map) ในการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับโครงสร้างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน และทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดในวิชาฟิสิกส์ได้ อีกทั้งสอดคล้องกับเซลคูร์ เคากัน และอีรอล (Selcuk; Calkan & Erol, 2007) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนจำนวน 37 คน ที่ได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถและทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรพินท์ ชื่นชอบ (2549, น. 87) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาคำนวณทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรพันธ์ พิรัชชา (2553, น. 59) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องแรงและกฎ

การเคลื่อนที่ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักร 5 ชั้น พบว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเกริก ศักดิ์สุภาพ (2552, น. 63) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ นักเรียนได้แสดงความคิด ความเข้าใจที่มีต่อบทเรียนได้เป็นอย่างดี ด้วยกระบวนการ PDCA ได้แก่ ขั้นวางแผน (P = Plan) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA และนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการคิด การสรุปองค์ความรู้ ขั้นปฏิบัติ (D = Do) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้และนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมาย ขั้นตรวจสอบ (C = Check) ปรับปรุง พัฒนาแก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบพร้อมทั้งได้ฝึกทักษะ ประชาสัมพันธ์ ขั้นปรับปรุงแก้ไข (A = Action) ขั้นสุดท้ายก่อนนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน และเผยแพร่โดยเขียนออกมาในรูปของแผนผังโมโนมิติ มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างนักเรียนในชั้นเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.18$ , S.D. = 0.73) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจเป็นเพราะว่าความพึงพอใจเป็นสภาพทางจิตใจด้านความรู้สึกของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งในทางที่ดีและไม่ดี ที่เกิดจากประสบการณ์ที่ตนได้รับ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีการลงมือฝึกทักษะด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล นักเรียนจึงเกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเองสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในคำนวณแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ จึงเป็นประสบการณ์หนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความนิยมชมชอบและสนใจในวิชาฟิสิกส์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นผ่านการหาคุณภาพมาเป็นระยะๆ เนื้อหาเริ่มจากง่ายไปยาก ภาษาเหมาะสมกับนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกความคงทนในการเรียนรู้ มีการวัดผลที่แน่นอน ทั้งการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละชุดฝึกทักษะ เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนให้เห็นอย่างชัดเจน จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทำให้นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม

(Bloom, 1982, pp. 72 - 74) ที่กล่าวว่าธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน นักเรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาในหน่วยย่อยต่างๆ ได้โดยใช้เวลาเรียนที่แตกต่างกันในการเรียนการสอนจึงต้องมีการจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนทุกคนสามารถผ่านลำดับขั้นตอนของทุกหน่วยการเรียนรู้ ถ้านักเรียนได้เรียนตามอัตราการเรียนรู้ของตนเองก็จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น ดังที่กล่าวว่าการจัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติตามที่ต้องการ ย่อมกระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง ทำให้เกิดความพึงพอใจในตนเองได้ในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีลำดับขั้นทางสติปัญญาของเพียเจต์ นั่นคือขั้นการคิดแบบมีเหตุผลเชิงนามธรรม เป็นการคิดเห็นเชิงนามธรรมเกี่ยวกับข้อคิดปัญหาและเรื่องราวที่เรียนได้ โดยไม่ต้องอาศัยของจริงหรือสิ่งประกอบจำแนกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาการคำนวณที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ สามารถจัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวที่เกี่ยวข้องได้ โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว และทฤษฎีกฎการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ ที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ กฎแห่งความพร้อมเมื่อนักเรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจก็จะเกิดการเรียนรู้ได้ดี กฎแห่งความพึงพอใจหรือกฎแห่งผล เมื่อนักเรียนมีความพึงพอใจ สนุกสนาน มีความสุขในการทำกิจกรรมก็จะเกิดการเรียนรู้ได้ดี และกฎแห่งการฝึกหัดเมื่อนักเรียนได้ฝึกฝนอยู่เป็นประจำจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี นอกจากนี้ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมของสกินเนอร์ ที่มีความเชื่อในเรื่องของการเสริมแรง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี เมื่อได้รับความภาคภูมิใจ ไม่มีความกังวล ทราบความก้าวหน้าของตนเองไปที่ละน้อย เป็นลักษณะของการเสริมแรง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งผู้วิจัยได้นำทฤษฎีดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ในการวิจัยครั้งนี้ด้วย โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกทักษะปฏิบัติแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณทางฟิสิกส์ด้วยตนเองอยู่เสมอ และฝึกซ้ำ ๆ ตามขั้นตอนของชุดฝึก เมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง รู้ผลการกระทำของตนเอง จะก่อให้เกิดความภาคภูมิใจ เป็นแรงเสริมให้นักเรียนมีความรู้สึกลอยอกที่จะเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสุจินต์ สุทธิวารังกุล (2555, น. 166) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดของโพลยา สำหรับการสอนซ่อมเสริม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากว่าสื่อแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหามีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากสื่อที่ใช้สอนซ่อมเสริมอยู่ตามปกติ

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมี



ความสามารถทางการเรียนหรือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความก้าวหน้าและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์และการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนที่สมบูรณ์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่เรียนได้ และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือความสามารถของนักเรียนและยังคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการสร้างชุดฝึกอีกด้วย

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ไปใช้ครูผู้สอนควรปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพของนักเรียนจึงจะสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปพัฒนาประกอบการจัดการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้

3.1.2 ครูผู้สอนควรเตรียมการสอนตามที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้าโดยต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาและขั้นตอนการสอนเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่สำคัญและควรศึกษาเกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้สามารถวางแผนในการจัดและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3 การพัฒนาทักษะการคำนวณจากชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นอื่นๆหรือวิชาอื่นได้

#### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องอื่นๆในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่นๆต่อไปเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2.2 ควรศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ร่วมกับตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 ควรนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ไปปรับใช้กับนักเรียนในโรงเรียนอื่นและเก็บข้อมูลการศึกษาทั้งในด้านครูนักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องเช่นศึกษาถึงทัศนคติของผู้สอนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ในการจัดการเรียนการสอน



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การ  
    ค้ำรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- \_\_\_\_\_. (2546). *การจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภา  
    ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิลิปปินส์ เล่ม 3*.  
    (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: คุรุสภา  
    ลาดพร้าว.
- กัญจนา ลินทรตันศิริกุล. (2555). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลประมวล  
    สาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน เล่มที่ 2*. หน่วยที่ 9. นนทบุรี:  
    มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- กาญจนา อรุณสุขรุจี. (2546). *ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์  
    การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่*. เชียงใหม่:  
    คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2552). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่  
    ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน  
    ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ปริญญาานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้  
    ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- ชนิษฐา บุญภักดี. (2552). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษา ระดับ  
    ปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม-  
    เกล้าธนบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ไม่ได้ตีพิมพ์)*.  
    มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- คมขำ แสนกล้า. (2547). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการอ่านและการ  
    เขียนคำควบกล้ำ วิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (การศึกษาค้นคว้าอิสระ  
    การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- จักรพันธ์ พิรัชชา. (2553). การเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ Polya กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (ถ่ายเอกสาร).
- จันทร์ตรัย น้อยบรรเทา. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย เรื่องระบบเครือข่ายท้องถิ่นและเทคนิคการติดตั้ง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- เจตน์สุภษฎ์ สังข์พันธ์. (2554). โมเดลเชิงสาเหตุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาวะรอพิ้นิจของ นักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ (วิทยานิพนธ์ปริญญามนุษย์และสังคมศาสตร์ ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- ชยาภรณ์ พิณพาทย์. (2542). การพัฒนาแบบฝึกทักษะภาษาไทยที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสอนซ่อมเสริมเรื่อง คำสะกดการันต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, กรุงเทพฯ.
- ชวาล แพร่ตุกกุล. (2552). เทคนิคการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2543). การประเมินผลสื่อประสม. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ฐานิยา อมรพลัง. (2548). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้หลักภาษาไทย เรื่องไตรยางศ์ ด้วยแบบฝึกเกมและเพลงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ณรัตน์ ลาภมูล. (2546). องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจและไม่พึงพอใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคองค์การคำครุสภา (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ดำรงศักดิ์ มีวรรณ. (2552). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ).

- ถวัลย์ มาศจรัส. (2548). *คู่มือความคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำนวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- \_\_\_\_\_. (2550). *Model การจัดการเรียนรู้ตามปรัชญาพระราชทานเศรษฐกิจพอเพียง*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- ทิตินา แคมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- นันทน์ลิน แหล่งสนาม. (2547). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยแบบฝึกทักษะ การคิดคำนวณเรื่องทฤษฎีของปีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิมายวิทยา อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- นิตยา กิจโร. (2553). *การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- \_\_\_\_\_. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- ประภาพร ถิ่นอ่อนง. (2553). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบ ของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 (วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)* มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิด เลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะ การคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร- มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา. (ถ่ายเอกสาร).
- ปราณี จินฤทธิ์. (2552). *ผลการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการ เรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเคหะประชาสამัคคี จังหวัดนครราชสีมา (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2555). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน เล่มที่ 1*. หน่วยที่ 4. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เผชญิ กิจระการ. (2551). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา E<sub>1</sub> /E<sub>2</sub>. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภณ. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา (Educational psychology)*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- พิชิต ฤทธิจัญญ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน.(พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พินิจ จันทรชัย. (2546). *การสร้างหนังสือและแบบฝึกทักษะประกอบการเรียนภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่องบุญผะเหวดร้อยเอ็ด แบบมุ่งประสบการณ์ภาษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม้นท์.
- พิมพ์ประภา อรัณมิตร. (2552). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย เขต 3 โดยการวิเคราะห์พหุระดับ*. *วารสารครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 3(4).
- ไพบูลย์ มุลดี. (2546). *การพัฒนาแผนการเรียนรู้และแบบฝึกทักษะการเขียนสะกดคำที่ไม่ตรงตามมาตราตัวสะกด กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ฟ้าม่วย สุกกันสีล. (2548). *ความพึงพอใจต่อการให้บริการของสำนักงานเลขาธิการคณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. รายงานการวิจัย บธ.บ. (ธุรกิจบริการ). ม.ป.พ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). *การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา Educational Software Development*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มยุรี ศรีคะเนย์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียน และความพึงพอใจในการเรียนแบบร่วมมือด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาภาษาไทย เรื่องรามเกียรติ์และคำราชาศัพท์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รักษพงษ์ วงษ์ธานี. (2547). *เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และความพึงพอใจในการเรียน โดยการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีเรียนต่างกัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณภา ไชยวรรณ. (2549). *การพัฒนาแผนการอ่านภาษาไทย เรื่องอักษรควบและอักษรนำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วลี สุมิพันธ์. (2544). *การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเรียงความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะและครูเป็นผู้สอน*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (ม.ป.ป.). *การพัฒนาการเรียนการสอนภาควิชาหลักสูตรและการสอน*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิวัฒน์ กุศล. (2547). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วุฒิชัย ดานะ. (2553). *ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดเลย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.
- ศิริรัตน์ พลไชย. (2546). *การศึกษาประสิทธิภาพและผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 3 เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาตพร้าว.



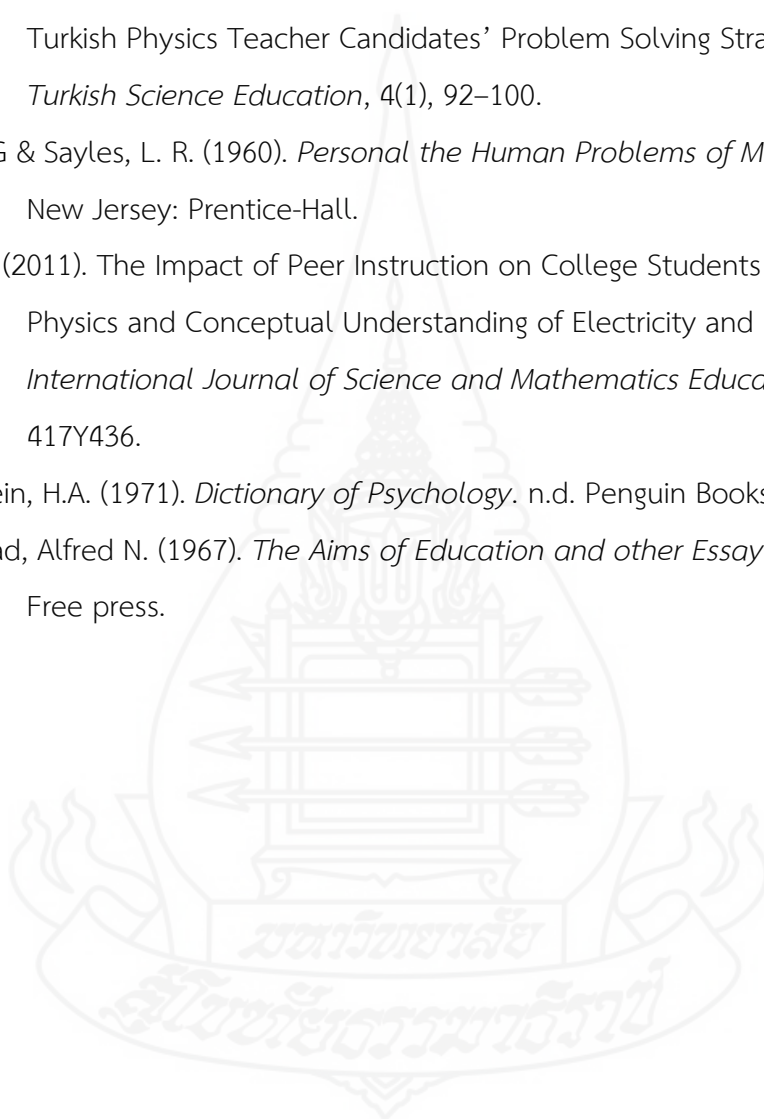
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.
- สมพร ตอยยีปี. (2554). การพัฒนาแบบฝึกทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์เทเรซา หอนงจอก กรุงเทพฯ (ปริญญาโทการศึกษา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2549). *รวมกฎหมายกฎ ระเบียบการบริหารงานบุคคลด้านกฎหมายของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- สำลี รักสุทธี. (ม.ป.ป.). *คู่มือการจัดทำสื่อ นวัตกรรมและแผนฯ ประกอบสื่อ นวัตกรรม*. นนทบุรี: เพิ่มทรัพย์การพิมพ์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุจินต์ สุทธิวารกุล. (2555). การพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 23101. *วารสารสุราษฎร์ธานี*, 2 (1) (มกราคม-มิถุนายน 2558), 147-167.
- สุชา จันท์เอม. (2541). *จิตวิทยาทั่วไป*. (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: ฉบับแก้ไขปรับปรุงไทยวัฒนาพานิช.
- สุดาลักษณ์ เข้มพรหมมา. (2548). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนกลุ่มบูรพา สังกัดกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2544). *การผลิตนวัตกรรมการเรียนการสอน การสร้างแบบฝึก*. ชัยนาท: ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2543). *เอกสารคำสอน ปถ 421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาการประถมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรพงษ์ บรรจงสุข. (2547). *ผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.



- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). *การพัฒนาผลงานทางวิชาการสู่การเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: อีเคบุ๊กส์.
- อกนิษฐ์ กรไกร. (2549). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กายยานี 11 ด้วยแบบฝึกทักษะกลุ่มสาระภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ Co-opCo-op และแบบเดี่ยว* (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อรพิน ชื่นชอบ. (2549). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (ถ่ายเอกสาร).
- อารี พันธุ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไยใหม่ครีเอทีฟ กรุ๊ป.
- อำนาจ เลื่อมใส. (2546). *การสร้างหนังสือและแบบฝึกทักษะประกอบการเรียนภาษาไทย เรื่อง ฝาน้ำอ้อยแบบมุ่งประสบการณ์ภาษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อุทร ทิพย์อักษร. (2550). *รายงานการพัฒนาชุดฝึกทักษะกีฬาวอลเลย์บอลชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา*. บุรีรัมย์: โรงเรียนบ้านชุมแสง (บุญคุรุราษฎร์บำรุง) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ.
- เอกรินทร์ สีมหาศาล. (2546). *กระบวนการวัดและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: บั๊กพอยท์.
- Bloom, Benjamin S. (1982). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain*. New York: David Mackey.
- Bruner, J.S. & Austin, G.A. (1965). *A Study of thinking*. New York: John Willy and Sons.
- Burciaga, J.R. (2002). How do You Solve Problems?. Retrieved form <http://www.brynmawr.edu/Acads/Physics/study/problem.html>.
- Clough, M.P. (2002). Using the laboratory to enhance student learning. In R.W. By bee (Ed.). *Learning science and the science of learning*. National Science Teacher Association. Washington D.C.: pp. 85–87.
- Deslauriers, L. & Wieman, C. (2011). Learning and Retention of Quantum Concept with Different Teaching Method. *American Physical Society*. 7, 1554–1559.

- Ding, N. & Harskamp, E. (2007). Structured Collaboration Versus Individual learning in Solving Physics Problems. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1669–1688.
- Gaighera, E. Roganb, J. M & Brauna, M.W. (2007). Exploring the Development of Conceptual Understanding through Structured Problem-Solving in Physics. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1089–1110.
- Gok, T. Silay. (2010). The Effects of Problem Solving Strategies on Students' Achievement, Attitude and Motivation. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1), 7-21.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. (3<sup>rd</sup> ed). New York: McGraw-Hill.
- Herzberg, Frederick and others. (1959). *The Motivation to work*. New York: John Wiley and Sons.
- Lewis, Gordon & Bedson, Gunther. (1999). *Games for Children*. Oxford.
- Lord, T. R. (1997). A comparison between traditional and constructivist teaching in college biology. *Innovative Higher Education*, 21(3), 197–216.
- Maslow, Abraham. (1970). *Motivation and Personality*. New York: Harper and Row.
- Morse, Nancy C. (1955). *Satisfaction in the White Collar Job*. Michigan: University of Michigan Press.
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.
- Pol, H. (2005). Solving Physics Problems with the Help of Compute-Assisted Instruction. *International Journal of Science Education*, 27, 451-469.
- Portoles, J.S. & Lopez, V.S. (2008). Types of Knowledge and their Relation to Problem Solving in Science: Direction for Practice. *Education Science Journal*, 6, 105–112.
- Prescott, Danial A. (1961). *Report of Conference on Child Study*. Education Buttetin: Faculty of Education, Chulalongkron University.
- Ruth, S., & Murali, T. (2001). *V. A. cognitive motivational model of decision satisfaction*. Retrieved from <http://cdnet.2.car.chula.ac.th/hww/default>.

- Scott., Lorelei janeet. (1985). The Relationship Between Computer-Assisted Instruction and Achivement Levels and Learning Rates of Secondary School Students In First Year Chemistr. *Dissertation Abstracts International*, 46(10), 124.
- Selcuk, G. S. Calkan, S. & Erol, M. (2007). The Effects of Gender and Grade Levels on Turkish Physics Teacher Candidates' Problem Solving Strategies. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 92–100.
- Strauss, G & Sayles, L. R. (1960). *Personal the Human Problems of Management*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Tolga, G. (2011). The Impact of Peer Instruction on College Students Beliefs about Physics and Conceptual Understanding of Electricity and Magnetism. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 417Y436.
- Wallerstein, H.A. (1971). *Dictionary of Psychology*. n.d. Penguin Books.
- Whitehead, Alfred N. (1967). *The Aims of Education and other Essay*. New York: The Free press.





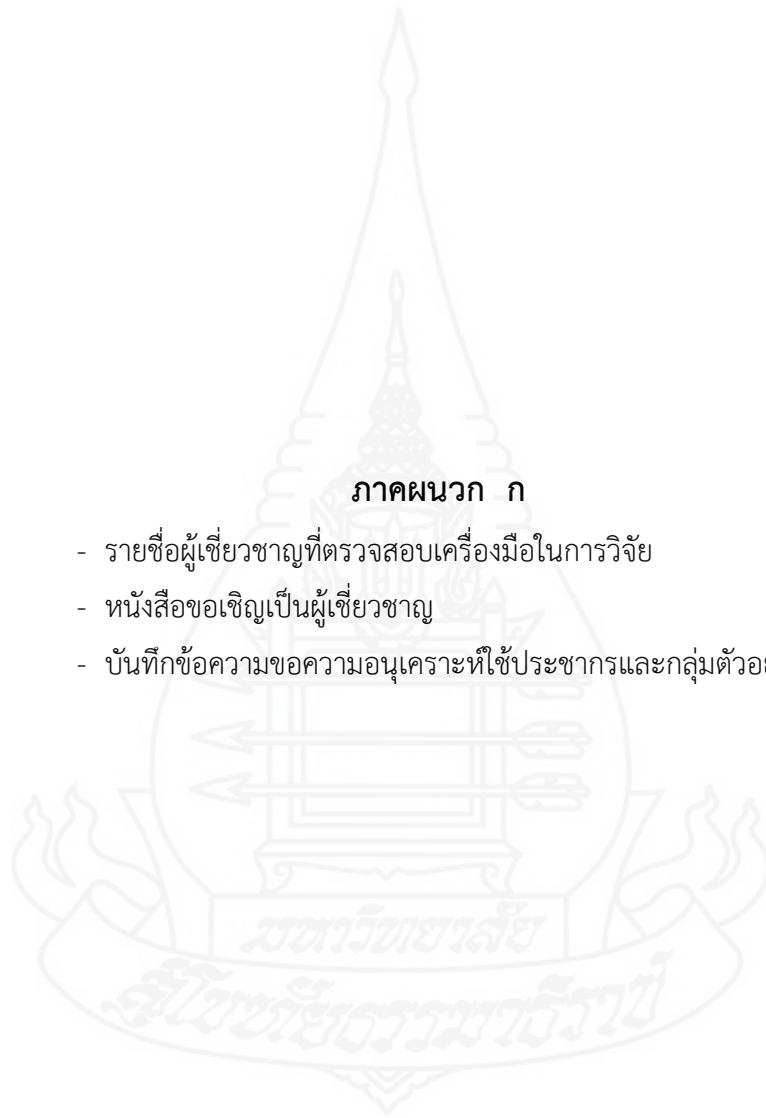
ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

### ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- บันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ใช้ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. ชื่อ : นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพรแก่น  
สถานที่ทำงาน : สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์  
วุฒิการศึกษา : วท.ม.ฟิสิกส์  
ประสบการณ์หรือความชำนาญ :  
ผู้ช่วยวิจัย การหาระยะทางและอายุของกระจุกดาวลูกไก่โดยวิธี ซี ซี ดี โฟโต เมตรี  
หัวหน้าโครงการ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนใยบางพารา  
กัปไบมะม่วง
2. ชื่อ : นายสงกรานต์ บุตตะวงศ์  
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยเลย  
วุฒิการศึกษา: วท.ม. วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย  
ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ครูชำนาญการประสบการณ์ 11 ปี
3. ชื่อ : นายศุภชัย ดวงคำน้อย  
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยเลย  
วุฒิการศึกษา : วท.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น  
ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ครูชำนาญการประสบการณ์ 11 ปี





ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๑

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๘ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพรแก่น

ด้วยนางสาวสายฝน ศรีษะนาราช นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กำลังทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้น มีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จินะวัฒน์)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๑

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๘ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นายศุภชัย ดวงคำน้อย

ด้วยนางสาวสายฝน ศรีษะนาราช นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช กำลังทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้น มีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษานำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จินะวัฒน์)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (ป)/๔๑๑

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๘ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นายสงกรานต์ บุตตะวงค์

ด้วยนางสาวสายฝน ศรีชนะนาราช นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กำลังทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้น มีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ  
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรณพ จินะวัฒน์)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐





ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๕๒๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๒ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ  
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

ด้วยนางสาวสายฝน ศรีษะนาราช นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กำลังทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ในกรณีนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ ในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ปีการศึกษา ๒๕๕๘ โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ เลขที่ ๒๐๐ ซอยนิมิตใหม่ ๖๔ แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ๑๐๕๑๐

ทั้งนี้ จะมีให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการศึกษาค้นคว้าอิสระที่ได้จะเป็น ประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เก็จนก เอื้อวงศ์)

รองประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

รักษาราชการแทน

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐



ภาคผนวก ข  
ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และระดับพฤติกรรมสำหรับสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเรียนรู้	สาระย่อย	น้ำหนัก (ร้อยละ)	คะแนน/ จำนวน ข้อ	จำนวนข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม					
				การจำ	การ เข้าใจ	การ ประยุกต์ใ ช้	การ วิเคราะห์	การ ประเมิน	การ สร้าง สรรค์
เรื่องเสียง									
มฐ ว 5.1 1. อธิบายการเกิด คลื่นเสียงและการ ถ่ายโอนพลังงาน ของคลื่นเสียงหา ความสัมพันธ์ ระหว่างอุณหภูมิ ของอากาศกับ อัตราเร็วของคลื่น เสียงในอากาศ	อัตราเร็ว เสียง	10.00	6/6		1	4	1		
2. ทำการทดลอง เพื่อศึกษา เกี่ยวกับสมบัติ ของคลื่นเสียงและ หาความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความ ยาวคลื่นเสียง	สมบัติ ของเสียง	18.33	11/11			10	1		
3. อธิบาย ความหมายและ ความสัมพันธ์ของ ความเข้มเสียง และระดับความ เข้มเสียงพร้อมทั้ง คำนวณหา ปริมาณต่างๆ เมื่อ กำหนด สถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องได้	ความเข้ม เสียงและ ระดับ ความเข้ม เสียง	23.33	14/14			12	2		
4. อธิบายการเกิด ปรากฏการณ์บีตส์ คลื่นนิ่งของเสียง	การบีตส์ ของเสียง	8.33	5/5			5			



ผลการเรียนรู้	สาระย่อย	น้ำหนัก (ร้อยละ)	คะแนน/ จำนวน ข้อ	จำนวนข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม					
				การจำ	การ เข้าใจ	การ ประยุกต์ใ ช้	การ วิเคราะห์	การ ประเมิน	การ สร้าง สรรค์
พร้อมทั้ง คำนวณหา ปริมาณต่างๆ เมื่อ กำหนด สถานการณ์ที่ เกี่ยวข้อง									
5. อธิบายและทำ การทดลองการ สั่นพ้องของเสียง และคำนวณหา ความสัมพันธ์ของ ความถี่ของคลื่น เสียงและความ ยาวของหลอด ปลายเปิดและ หลอดปลายปิด	การสั่น พ้องของ เสียง	18.33	11/11			10	1		
6. อธิบาย ความหมายและ บอกเงื่อนไขใน การเกิด ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์และ คลื่นกระแทก ยกตัวอย่าง อันตรายที่เกิด จากคลื่นกระแทก พร้อมคำนวณหา ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	ปรากฏ การณ์ ดอป- เพลอร์, คลื่น กระแทก	11.67  10.00	7/7  6/6			7  6			
<b>รวม</b>		<b>100</b>	<b>60/60</b>		<b>1</b>	<b>54</b>	<b>5</b>		
<b>คิดเป็นร้อยละ</b>		<b>100</b>		<b>1.67</b>	<b>90</b>	<b>8.33</b>			



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางผนวกที่ 2 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทาง  
ฟิสิกส์เรื่องเสียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับหลักสูตร					
2	สามารถใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตรจริง					
3	เนื้อหาวิชาที่สอนมีความเหมาะสม					
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม					
5	ภาษาและขั้นตอนของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน					
6	ใบความรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
7	สื่อการเรียนการสอนมีความสอดคล้องเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน					
8	เครื่องมือและวิธีการประเมินผลสอดคล้องและวัดผลประเมินผลได้ครอบคลุม					
9	เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีความสอดคล้องเหมาะสม					
10	โดยภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

ตารางผนวกที่ 3 แบบตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ โดยผู้เชี่ยวชาญ

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาตามรายการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมแต่ละด้าน และแต่ละข้อต่อไปนี้  
แล้วกรูณาเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยการทำเครื่องหมาย✓ ลงในช่อง “ระดับ  
คุณภาพ” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสม
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมินคุณภาพ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบของชุดฝึกทักษะ 1.1 รูปแบบการนำเสนอ 1.2 ลำดับขั้นตอนของชุดฝึกทักษะ 1.3 มีความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติ					
2. การใช้ภาษา 2.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย 2.2 เหมาะสมกับวัยของผู้ใช้ 2.3 ถูกต้องตามหลักภาษา					
3. คู่มือครู 3.1 คำแนะนำการเตรียมตัวก่อนสอน 3.2 คำแนะนำการปฏิบัติขณะสอน 3.3 คำแนะนำการปฏิบัติหลังสอน 3.4 มีความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติ					
4. คู่มือนักเรียน 4.1 คำชี้แจงเข้าใจง่าย 4.2 มีความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติ					
5. เนื้อหาของชุดฝึกทักษะ 5.1 เหมาะสมกับเวลาเรียน					

รายการประเมินคุณภาพ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ 5.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 5.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน					
6. กิจกรรม 6.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ 6.2 ผู้เรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติได้จริง 6.3 วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ 6.4 วิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 6.5 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน 6.6 เหมาะสมกับเวลา					
7. สื่อการเรียนการสอน 7.1 สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา 7.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 7.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้					
8. การประเมินผล 8.1 วัดได้ครอบคลุม 8.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
ค่าเฉลี่ย					

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม**  
**หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง**

**คำชี้แจง**

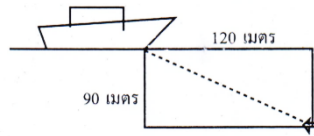
1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อใช้เวลาในการทดสอบ 80 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยกาเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ
4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้เขียนเครื่องหมาย | ทับเครื่องหมาย X ให้ชัดเจนในกระดาษคำตอบก่อนแล้วค่อยเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่เลือกใหม่ลงในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X		X	

5. ห้ามขีดเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทศหรือบันทึกข้อความใด ๆ ให้เขียนหรือทศลงที่ด้านหลังกระดาษคำตอบ



- ข้อ 1 จากการวัดระยะห่างของส่วนอัดและส่วนขยายที่อยู่ใกล้กันที่สุดของคลื่นเสียงได้ 25 เซนติเมตร ถ้าขณะนั้นอากาศมีอุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  อยากทราบว่าเสียงนั้นมีความถี่กี่เฮิรตซ์
1. 171.5 เฮิรตซ์
  2. 120.0 เฮิรตซ์
  3. 514.5 เฮิรตซ์
  4. 686.0 เฮิรตซ์
- ข้อ 2 ส้อมเสียง A มีความถี่ 450 เฮิรตซ์ให้เสียงมีอัตราเร็ว 336 เมตร/วินาทีผ่านอากาศถ้านำส้อมเสียง B มีความถี่ 500 เฮิรตซ์มาเคาะให้สั่นจะให้เสียงมีอัตราเร็วเท่าใดเมื่อวางในบริเวณเดียวกับส้อมเสียง A
1. 302.4 เมตร/วินาที
  2. 320.0 เมตร/วินาที
  3. 336.0 เมตร/วินาที
  4. 373.3 เมตร/วินาที
- ข้อ 3 ชาวประมงส่งคลื่นโซนาร์ไปยังฝูงปลาที่อยู่ใต้น้ำ พบว่าคลื่นออกจากเครื่องส่งและสะท้อนกลับมาถึงเครื่องรับใช้เวลา 1.0 วินาทีพอดี จงหาว่าฝูงปลาอยู่ห่างจากเรือเป็นระยะเท่าใด (กำหนดอัตราเร็วของคลื่นเสียงในน้ำ = 1,540 เมตร/วินาที)
1. 260 m
  2. 520 m
  3. 770 m
  4. 1,540 m
- ข้อ 4 เครื่องโซนาร์ในเรือประมงได้รับสัญญาณสะท้อนจากท้องทะเลหลังจากส่งสัญญาณลงไปเป็นเวลา 0.4 วินาที ถ้าต้องการอัตราเร็วเสียงในน้ำเป็น 1,500 เมตร/วินาที ทะเลมีความลึกเท่ากับข้อใด
1. 150 เมตร
  2. 300 เมตร
  3. 600 เมตร
  4. 900 เมตร
- ข้อ 5 เรือลำหนึ่งวิ่งเข้าหาหน้าผาเรียบด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที เมื่อเปิดหวูดขึ้นคนในเรือได้ยินเสียงหวูดสะท้อนจากหน้าผาในเวลา 2.0 วินาที ถ้าขณะนั้นความเร็วเสียงในอากาศเป็น 350 เมตรต่อวินาที ขณะเปิดหวูดเรือห่างจากหน้าผาเป็นระยะเท่าใด
1. 340 m
  2. 350 m
  3. 360 m
  4. 370 m
- ข้อ 6 เรือหาปลาลำหนึ่งตรวจฝูงปลาด้วยโซนาร์ โดยส่งคลื่นดลของเสียงความถี่สูงลงไปใต้น้ำทะเล ถ้าฝูงปลาอยู่ห่างจากเครื่องกำเนิดคลื่นไปทางหัวเรือเป็นระยะ 120 เมตร และอยู่ลึกจากผิวน้ำเป็นระยะ 90 เมตร ดังรูป หลังจากส่งคลื่นดลจากโซนาร์ไปเป็นเวลาเท่าใดจึงจะได้รับคลื่นที่สะท้อนกลับมา (กำหนดให้ความเร็วเสียงในน้ำทะเลเท่ากับ 1,500 เมตร/วินาที)



1. 0.1 s                      2. 0.2 s                      3. 0.3 s                      4. 0.4 s

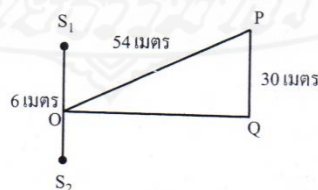
ข้อ 7 โรงงานผลิตผลไม้กระป๋องแห่งหนึ่งต้องการคัดขนาดของผลไม้ขณะไหลผ่านตามรางน้ำโดยอาศัยการสะท้อนของเสียงจากเครื่องโซนาร์ โดยต้องการแยกผลไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่าและเล็กกว่า 7.5 เซนติเมตรออกจากกัน จงหาความถี่ที่เหมาะสมของคลื่นจากโซนาร์(กำหนดอัตราเร็วเสียงในน้ำเท่ากับ 1,500 เมตร/วินาที)

1. 1 กิโลเฮิรตซ์                      2. 2 กิโลเฮิรตซ์  
3. 10 กิโลเฮิรตซ์                      4. 20 กิโลเฮิรตซ์

ข้อ 8 ชายคนหนึ่งปล่อยก้อนหินลงในบ่อน้ำ แล้วได้ยินเสียงก้อนหินกระทบน้ำที่เวลา 3 วินาที หลังจากการปล่อยก้อนหิน ถ้าวันนั้นอากาศมีอุณหภูมิ  $15^{\circ}\text{C}$  จงหาความลึกของบ่อน้ำ

1. 45 เมตร                      2. 41 เมตร                      3. 30 เมตร                      4. 27 เมตร

ข้อ 9  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นลำโพงสองตัวอยู่ห่างกัน 6 เมตร ผู้ที่ยืนอยู่จุด P ได้ยินเสียงดังชัดเจน ถ้ามาระหว่างที่เขาเดินจาก P มายัง Q เขาจะรู้สึกว่ามีเสียงจางหายไปกี่ครั้ง (กำหนดให้ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองมีค่า 510 เฮิรตซ์เท่ากันและมีเฟสตรงกัน และอัตราเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตร/วินาที,  $PQ = 30$  เมตร,  $OP = 54$  เมตร, โดย O เป็นจุดกึ่งกลางระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$ )



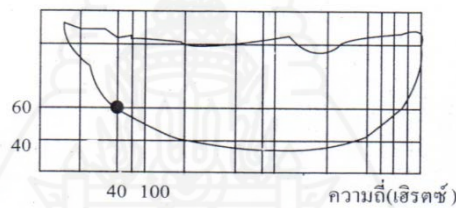
1. 2 ครั้ง                      2. 3 ครั้ง                      3. 4 ครั้ง                      4. 5 ครั้ง

- ข้อ 10 นาย ก เดินอยู่ในที่โล่ง ขณะเขาอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่ง เขาได้ยินเสียงมีความเข้ม  $10^{-8}$  วัตต์/ตารางเมตร ถ้าความเข้มเสียงน้อยที่สุดที่เขาได้ยินเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์/ตารางเมตร เขาจะต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นกี่เท่าของระยะทางเดิม
1. 10 เท่า                      2. 20 เท่า                      3. 100 เท่า                      4. 200 เท่า
- ข้อ 11 แผลงตัวหนึ่งบินหนีในแนวเส้นตรงด้วยความเร็ว 0.1 เมตร/วินาที จากคนๆ หนึ่งซึ่งยืนนิ่งในที่โล่ง อยากทราบว่าคนๆ นั้นจะได้ยินเสียงการบินของแผลงนั้นอยู่นานกี่วินาที (กำหนดอัตราที่พลังงานเสียงที่แผลงนั้นส่งออกมาในขณะที่บินมีค่าเท่ากับ  $4\pi \times 10^{-12}$  วัตต์ ทั้งนี้กำหนดให้ด้วยว่าเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์อาจได้ยินมีความเข้มเป็น  $10^{-12}$  วัตต์/ตารางเมตร)
1. 5 s                              2. 10 s                              3. 15 s                              4. 20 s
- ข้อ 12 การแสดงดนตรีในสถานที่แห่งหนึ่ง บริเวณรอบๆ สถานที่ได้ติดตั้งวัสดุที่สามารถดูดกลืนเสียงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ชมการแสดงคนหนึ่งอยู่ห่างจากผู้เล่นดนตรีเป็นระยะทาง  $r$  ถ้าต้องการให้เสียงที่ได้ยินมีความเข้มเพิ่มขึ้น 2 เท่า ผู้ชมดนตรีจะต้องเปลี่ยนที่นั่งให้อยู่ห่างจากผู้แสดงเป็นระยะเท่าใด
1.  $\frac{1}{\sqrt{2}}r$                       2.  $\frac{1}{2}r$                               3.  $\frac{1}{2\sqrt{2}}r$                       4.  $\frac{1}{4}r$
- ข้อ 13 แหล่งกำเนิดเสียงกำลัง 220 วัตต์ กระจายเสียงออกจากโดยรอบอย่างสม่ำเสมอ จงหาความเข้มของเสียงที่จุดซึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 100 เมตร ถ้าการแผ่ของคลื่นเสียงในช่วง 1,000 เมตร พลังงานเสียงถูกดูดกลืนไป 10 %
1.  $7.9 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$                       2.  $9.0 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$   
 3.  $15.8 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$                       4.  $18.0 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$
- ข้อ 14 ระดับความเข้มเสียงจากการทำงานของเครื่องจักร 5 เครื่อง มีค่าเป็น 100 เดซิเบลถ้าเดินเครื่องจักรเพียง 1 เครื่อง ระดับเสียงความเข้มใหม่จะเป็นเท่าใด(กำหนด  $\log 5 = 0.7$ )
1. 93 dB                              2. 83 dB                              3. 60 dB                              4. 20 dB

- ข้อ 15 เสียงรบกวนบนถนนวัดระดับความเข้มเสียงได้ 90 เดซิเบล แต่ภายในรถยนต์ที่ปิดมิดชิด ระดับความเข้มเสียงลดเหลือ 70 เดซิเบล ถ้ามว่ระดับความเข้มเสียงภายในรถยนต์เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของระดับความเข้มเสียงนอกรถยนต์
1. 77 %                      2. 70 %                      3. 20 %                      4. 1 %

- ข้อ 16 แหล่งเสียง A และ B ที่เป็นจุด มีกำลังเสียง 10 และ 40 วัตต์ ตามลำดับ เมื่อเอาแหล่งเสียงมาทดลองวัดระดับความเข้มเสียงที่ระยะห่างจาก B = 2 เมตร ต่างจากระดับความเข้มเสียงที่ระยะห่าง A = 1 เมตร เท่ากับกี่เดซิเบล
1. 0 เดซิเบล                      2. 4 เดซิเบล                      3. 10 เดซิเบล                      4. 16 เดซิเบล

- ข้อ 17 จากกราฟแสดงช่วงความถี่และระดับความเข้มเสียงที่หูปกติสามารถรับรู้ สำหรับความถี่ 40 เฮิรตซ์ ความเข้มเสียงที่คนเริ่มได้ยินมีค่าเท่าใด



1.  $10^{-12} \text{ W/m}^2$                       2.  $10^{-10} \text{ W/m}^2$   
 3.  $10^{-8} \text{ W/m}^2$                       4.  $10^{-6} \text{ W/m}^2$
- ข้อ 18 ตำแหน่ง A และ B อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งมีกำลังคงที่เป็นระยะทางไม่เท่ากัน ถ้าความเข้มของเสียงที่ตำแหน่ง A เป็น 1,000 เท่าของความเข้มที่ตำแหน่ง B จงหาความแตกต่างของระดับความเข้มเสียงระหว่างตำแหน่งทั้งสอง
1. 10 เดซิเบล                      2. 20 เดซิเบล                      3. 30 เดซิเบล                      4. 40 เดซิเบล
- ข้อ 19 ถ้าต้องการให้เกิดเสียงดังเป็นจังหวะห่างกันทุกๆ ครึ่งวินาที จะต้องเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 500 เฮิรตซ์ พร้อมกับส้อมเสียงที่มีความถี่เท่าใด
1. 496 หรือ 502 Hz                      2. 496 หรือ 504 Hz  
 3. 498 หรือ 502 Hz                      4. 498 หรือ 504 Hz

- ข้อ 20 ในการเปรียบเทียบเสียงของเปียโนในระดับเสียง C โดยเทียบกับส้อมเสียงความถี่ 256.0 เฮิรตซ์ ถ้าได้ยินเสียงบีตส์ความถี่ 3.0 ครั้ง/วินาที ความถี่ที่เป็นไปได้ของเปียโนมีค่าเท่าใด
1. 256 Hz
  2. 254.5 หรือ 257.5 Hz
  3. 253 หรือ 259 Hz
  4. 250 หรือ 262
- ข้อ 21 วางลำโพงหันเข้าหากำแพง เมื่อปล่อยเสียงความถี่หนึ่ง พบว่าตำแหน่งเสียงดัง 2 ตำแหน่งติดกันอยู่ห่างกัน 8 เซนติเมตร และขณะนั้นอุณหภูมิอากาศเป็น 25 องศาเซลเซียส เสียงมีความถี่เท่าไร
1. 2,156 Hz
  2. 2,161 Hz
  3. 2,162.5 Hz
  4. 2,172.5 Hz
- ข้อ 22 ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตร/วินาที ส้อมเสียงจะสั่นด้วยความถี่เท่าใดจึงจะทำให้เกิดการสั่นพ้องได้เมื่อจ่อใกล้ปากกระบอกตวงซึ่งยาว 20 เซนติเมตร
1. 200 Hz
  2. 325 Hz
  3. 425 Hz
  4. 500 Hz
- ข้อ 23 ในการทดลองหาอัตราเร็วของเสียงโดยการใช้หลอดกำทอน เมื่อใช้แหล่งกำเนิดเสียงความถี่ 800 เฮิรตซ์ ตำแหน่งที่เสียงดังมากสองครั้งติดกันอยู่ห่างกันเป็นระยะ 21.5 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของเสียงนี้
1. 333 m/s
  2. 344 m/s
  3. 400 m/s
  4. 450 m/s
- ข้อ 24 จงเลือกหลอดกำทอนที่สั้นที่สุด เพื่อจะใช้กับคลื่นที่มีความถี่ 700 เฮิรตซ์ แล้วเกิดสั่นพ้อง 3 ครั้ง กำหนดอัตราเร็วเสียงเท่ากับ 350 เมตร/วินาที
1. หลอดยาว 40 เซนติเมตร
  2. หลอดยาว 50 เซนติเมตร
  3. หลอดยาว 60 เซนติเมตร
  4. หลอดยาว 70 เซนติเมตร
- ข้อ 25 หลอดแก้วปลายเปิดทั้งสองข้าง เมื่อเกิดสั่นพ้องกับคลื่นเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ ภายในหลอดแก้วจะมีตำแหน่งบัพกึ่งบัพ ถ้าหลอดแก้วยาว 1.5 เมตร และอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 350 เมตร/วินาที
1. 1 บัพ
  2. 2 บัพ
  3. 3 บัพ
  4. 4 บัพ

ข้อ 26 เมื่อนำลำโพงที่มีกำลังส่งเสียงความถี่ 700 เฮิรตซ์ ไปจ่อที่ปลายเปิดของหลอดแก้วที่มีปลายอีกข้างหนึ่งปิดและตั้งอยู่บนพื้นราบ ถ้ามวลจะต้องเติมน้ำลงไปหลอดแก้วที่ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อให้ได้ยินเสียงดังมากกว่าปกติมาจากหลอดแก้ว (กำหนดให้หลอดแก้วมีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเซนติเมตร และความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 350 เมตร/วินาที และท่อยาว 13 เซนติเมตร)

1. 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ไม่มีโอกาสทำได้

ข้อ 27 หลอดปลายเปิด 2 ข้าง ปลายข้างหนึ่งจุ่มลงในน้ำให้อยู่ใต้ผิวน้ำส่วนหนึ่ง จัดระดับน้ำในหลอดให้ได้เสียงดังที่สุด เมื่อนำส้อมเสียงที่กำลังสั่นอยู่มาจ่อเหนือปลายปากหลอดพบว่ามี 2 ตำแหน่งที่เสียงดังที่สุด ตำแหน่งแรกหลอดจุ่มลงไปใต้น้ำเป็นระยะ 10 เซนติเมตร และตำแหน่งที่สองหลอดจุ่มลงในน้ำเป็นระยะ 35 เซนติเมตร จงหาความยาวคลื่นเสียงในอากาศในหน่วยเซนติเมตร

1. 30 cm
2. 40 cm
3. 50 cm
4. 60 cm

ข้อ 28 หลอดปลายเปิด 2 ข้าง ปลายข้างหนึ่งจุ่มลงในน้ำให้อยู่ใต้ผิวน้ำส่วนหนึ่ง จัดระดับน้ำในหลอดให้ได้เสียงดังที่สุด เมื่อนำส้อมเสียงที่กำลังสั่นอยู่มาจ่อเหนือปลายปากหลอดพบว่ามี 2 ตำแหน่งที่เสียงดังที่สุด ตำแหน่งแรกหลอดจุ่มลงไปใต้น้ำเป็นระยะ 10 เซนติเมตร และตำแหน่งที่สองหลอดจุ่มลงในน้ำเป็นระยะ 35 เซนติเมตร ถ้าความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตร/วินาที ถ้ามวลลำโพงเสียงนั้นมีค่าความถี่เท่าใด

1. 380 Hz
2. 480 Hz
3. 580 Hz
4. 680 Hz

ข้อ 29 ในการทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียง ถ้าใช้เสียงความถี่ 686 เฮิรตซ์ ในการทดลองและอุณหภูมิขณะทดลองเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส ตำแหน่งของลูกสูบจากปากหลอดเรโซแนนซ์ขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกจะห่างจากตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งถัดไปเป็นระยะเท่าใด

1. 0.10 เมตร
2. 0.12 เมตร
3. 0.25 เมตร
4. 0.50 เมตร



- ข้อ 30 ในการทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียง ใช้ส้อมเสียงความถี่ค่าหนึ่ง ทำให้เกิดการสั่นพ้องที่ตำแหน่ง 115, 365 และ 615 มิลลิเมตร ตามลำดับ ถ้าอัตราเร็วของเสียงเท่ากับ 340 เมตร/วินาที ความถี่ของส้อมเสียงที่ใช้มีค่ากี่เฮิรตซ์
1. 380 Hz                      2. 480 Hz                      3. 580 Hz                      4. 680 Hz
- ข้อ 31 ท่อออร์แกนปลายปิดสองท่อซึ่งยาว 240 เซนติเมตร และ 242 เซนติเมตร ให้เสียงความถี่มูลฐานพร้อมกันทั้งสองท่อ จะเกิดเสียงบีตส์กี่ครั้งในเวลา 10 วินาที ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 348 เมตร/วินาที
1. 2 ครั้ง                      2. 3 ครั้ง                      3. 4 ครั้ง                      4. 6 ครั้ง
- ข้อ 32 ท่อปลายเปิดสองข้างยาว 5.9 เมตร และท่อปลายปิดข้างหนึ่งยาว 3.0 เมตร ความถี่มูลฐานของคลื่นเสียงที่เกิดจากท่อทั้งสองนี้เมื่อรวมกันจะเกิดบีตส์ที่มีความถี่ 5 เฮิรตซ์ ความถี่มูลฐานของท่อปลายปิดข้างหนึ่งในหน่วย Hz มีค่าเท่าใด
1. 195 Hz                      2. 295 Hz                      3. 395 Hz                      4. 495 Hz
- ข้อ 33 รถพยาบาลแล่นด้วยอัตราเร็ว 25 เมตร/วินาที ส่งเสียงไซเรนที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 350 เมตร/วินาที ความยาวคลื่นเสียงไซเรนทางด้านหลังพยาบาลเป็นเท่าใด
1. 76 เซนติเมตร                      2. 81 เซนติเมตร  
3. 87 เซนติเมตร                      4. 94 เซนติเมตร
- ข้อ 34 รถยนต์คันหนึ่งกำลังแล่นไปด้วยอัตราเร็ว 25 เมตร/วินาที แล้วแบบแตรส่งเสียงความถี่ 400 เฮิรตซ์ ออกมา ผู้สังเกตอยู่ในรถอีกคันหนึ่งซึ่งกำลังแล่นด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที จะได้ยินเสียงแตรมีความถี่เท่าใดเมื่อแล่นอยู่ด้านหน้าไปทางเดียวกับรถคันแรก (กำหนดอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้น เท่ากับ 340 เมตร/วินาที)
1. 306 Hz                      2. 406 Hz                      3. 427 Hz                      4. 520 Hz

- ข้อ 35 รถยนต์คันหนึ่งกำลังแล่นไปด้วยอัตราเร็ว 25 เมตร/วินาที แล้วแบบแตรส่งเสียงความถี่ 400 เฮิรตซ์ ออกมา ผู้สังเกตอยู่ในรถอีกคันหนึ่งซึ่งกำลังแล่นด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที จะได้ยินเสียงแตรมีความถี่เท่าใดเมื่อแล่นอยู่ด้านหลังไปทางเดียวกับรถคันแรก (กำหนดอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้น = 340 เมตร/วินาที)
1. 295 Hz                      2. 395 Hz                      3. 420 Hz                      4. 520 Hz
- ข้อ 36 รถยนต์คันหนึ่งกำลังแล่นไปด้วยอัตราเร็ว 25 เมตร/วินาที แล้วแบบแตรส่งเสียงความถี่ 400 เฮิรตซ์ ออกมา ผู้สังเกตอยู่ในรถอีกคันหนึ่งซึ่งกำลังแล่นด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที จะได้ยินเสียงแตรมีความถี่เท่าใดเมื่อแล่นอยู่ด้านหลังสวนทางกับรถคันแรก (กำหนดอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้น = 340 เมตร/วินาที)
1. 250 Hz                      2. 350 Hz                      3. 450 Hz                      4. 550 Hz
- ข้อ 37 แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่ง ให้คลื่นเสียงมีความถี่ 510 เฮิรตซ์ ปัญญาซบซบรถเข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงนี้ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที และอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 เมตร/วินาที จงหาความถี่เสียงที่ปัญญาซบซบได้ยินมีค่ากี่เฮิรตซ์
1. 480 Hz                      2. 540 Hz                      3. 580 Hz                      4. 620 Hz
- ข้อ 38 เครื่องบินความเร็วเหนือเสียงบินในแนวระดับผ่านเหนือศีรษะชายผู้หนึ่ง เมื่อเขาได้ยินเสียงของคลื่นกระแทก เขาจะมองเห็นตัวเครื่องบินมีมุมเงยจากพื้นดิน  $30^\circ$  เครื่องบินมีความเร็วเท่าใดในหน่วยเมตร/วินาที (ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 345 เมตร/วินาที)
1. 350 เมตร/วินาที                      2. 400 เมตร/วินาที  
3. 580 เมตร/วินาที                      4. 690 เมตร/วินาที
- ข้อ 39 เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยอัตราเร็ว 510 เมตร/วินาที ในแนวระดับเหนือพื้นดิน 6 กิโลเมตร ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนถนนจะได้ยินเสียงเครื่องบินอยู่ห่างจากชายคนนั้นเป็นระยะทางกี่กิโลเมตร (กำหนดอัตราเร็วเสียงในอากาศ = 340 เมตร/วินาที)
1. 6 เมตร                      2. 6.7 เมตร                      3. 9 เมตร                      4. 12 เมตร
- ข้อ 40 เครื่องบินรบเอฟ-14 บินด้วยอัตราเร็วสูงสุด 2.2 มัค แสดงว่าอัตราเร็วสูงสุดของเครื่องบินรบเอฟ-14 เป็นเท่าใด ถ้าขณะนั้นเสียงมีอัตราเร็วในอากาศ 350 เมตร/วินาที
1. 160 เมตร/วินาที                      2. 385 เมตร/วินาที  
3. 700 เมตร/วินาที                      4. 770 เมตร/วินาที

ตารางผนวกที่4 ตารางเฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการ  
เรียนรู้ เรื่องเสียง

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	4	21	3
2	3	22	3
3	3	23	2
4	2	24	4
5	3	25	3
6	2	26	3
7	4	27	3
8	2	28	4
9	4	29	3
10	3	30	4
11	2	31	2
12	1	32	2
13	3	33	4
14	1	34	2
15	1	35	2
16	1	36	2
17	4	37	2
18	3	38	4
19	3	39	3
20	3	40	4

ตารางผนวกที่ 5 แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC)

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้นำวัดตรงตามด้านความพอใจที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้  
 ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์ฯที่ระบุไว้จริง  
 ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดจุดประสงค์ฯที่ระบุไว้  
 ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามข้อนั้นไม่ได้วัดตรงจุดประสงค์ฯที่ระบุไว้

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	เหมาะสม +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
<b>1. ด้านปัจจัยนำเข้า</b>				
1.1 คำชี้แจงในการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ มีความชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจ สามารถปฏิบัติตามได้				
1.2 ชุดฝึกทักษะมีขนาดตัวอักษรและรูปแบบที่เหมาะสม				
1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสม				
1.4 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของชุดฝึกทักษะแต่ละชุด				
1.5 สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ				
1.6 สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น				
1.7 แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน				
<b>2. ด้านกระบวนการ</b>				
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ				
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียน นักเรียนสามารถปฏิบัติได้				
2.3 กิจกรรมการเรียนมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความถนัดและตามความสนใจ				
2.4 กิจกรรมการเรียนมีความยากง่ายเหมาะสม สามารถเป็นชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ที่เหมาะกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5				

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	เหมาะสม +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากง่ายไปหายาก				
2.6 กิจกรรมที่ใช้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ				
2.7 การวัดประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้				
<b>3. ด้านผลผลิต</b>				
3.1 นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจ จากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสต์				
3.2 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม				
3.3 นักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิสต์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้				
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น				
3.5 ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ นักเรียนอยากเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะแบบนี้อีก				

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่.....

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามความพึงพอใจ สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในด้านความพึงพอใจ 3 ด้าน คือ

- 1.1 ด้านปัจจัยนำเข้า
- 1.2 ด้านกระบวนการ
- 1.3 ด้านผลผลิต

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจปลายเปิด ในด้านความคิดเห็นอื่นๆ

3. วิธีตอบแบบสอบถามความพึงพอใจตอนที่ 1 ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อในช่องรายการประเมินแล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความเป็นจริง ซึ่งมีเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการคำนวณในระดับ น้อยที่สุด

4. การตอบแบบสอบถามความพึงพอใจปลายเปิดตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนตอบตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่อยากให้เปลี่ยนแปลงและจัดในครั้งต่อไป



ตารางผนวกที่ 6 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
<b>1. ด้านปัจจัยนำเข้า</b>						
1.1 คำชี้แจงในการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจ สามารถปฏิบัติตามได้						
1.2 ชุดฝึกทักษะมีขนาดตัวอักษร รูปแบบ และมีขั้นตอนของการคำนวณที่เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะการคำนวณคำนวณทางฟิสิกส์						
1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5						
1.4 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของชุดกิจกรรมแต่ละชุด						
1.5 สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ						
1.6 สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น						
1.7 แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน						
<b>2. ด้านกระบวนการ</b>						
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ						
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียน นักเรียนสามารถปฏิบัติได้						
2.3 กิจกรรมการเรียนมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความถนัดและตามความสนใจ						
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความยากง่ายเหมาะสม						
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากง่ายไปหายาก						
2.6 กิจกรรมที่ใช้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ						
2.7 การวัดประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้						
<b>3. ด้านผลผลิต</b>						
3.1 นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจ จากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์						

รายการประเมิน	ระดับ ความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
3.2 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์						
3.3 นักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้						
3.4 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น						
3.5 ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ นักเรียนอยากเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะแบบนี้อีก						

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง  
ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง



ตารางผนวกที่ 7 ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
1	5	5	5	15	5.00	0.58	มากที่สุด
2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
6	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
7	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
8	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
9	5	5	5	15	5.00	0.00	มาก
10	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมทั้งฉบับ</b>					<b>4.73</b>	<b>0.41</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความสอดคล้องเหมาะสมโดยรวมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.73 และมีผลการประเมินใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.41 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละรายการ พบว่า รายการที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ามี ความสอดคล้องเหมาะสมเป็นลำดับแรก ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับหลักสูตร สามารถใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตรจริง เครื่องมือและวิธีการประเมินผลสอดคล้องและวัดประเมินผลได้ครอบคลุม เวลาในการจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องเหมาะสม ( $\bar{x}$  เท่ากับ 5.00) รองลงมาคือ เนื้อหาวิชาที่สอนมีความเหมาะสม กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ใบความรู้และแบบฝึกทักษะมีความเหมาะสม โดยภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ ( $\bar{x}$  เท่ากับ 4.67) ภาษาและขั้นตอนของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน สื่อการเรียนการสอนมีความสอดคล้องเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ( $\bar{x}$  เท่ากับ 4.33) ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 8 ตารางผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
1.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
สรุปข้อ 1					5.00	0.00	มากที่สุด
2.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อ 2					4.67	0.58	มากที่สุด
3.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อ 3					4.67	0.58	มากที่สุด
4.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อ 4					4.67	0.58	มากที่สุด
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.4	5	5	3	13	4.33	0.58	มาก
สรุปข้อ 5					4.83	0.15	มากที่สุด
6.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มาก
6.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.6	5	5	3	13	4.33	0.58	มาก
สรุปข้อ 6					4.89	0.10	มากที่สุด
7.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
7.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
7.3	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อ 7					4.89	0.19	มากที่สุด
8.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
8.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
สรุปข้อ 8					4.84	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ยทั้งฉบับ					4.81	0.35	มากที่สุด

จากตารางที่ 8 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.81 และมีผลการประเมินใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.35 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละรายการ พบว่า รายการที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ามีคุณภาพเหมาะสมเป็นลำดับแรกได้แก่รูปแบบของชุดฝึกทักษะการคำนวณ ( $\bar{x}$  เท่ากับ 5.00) รองลงมาคือ กิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน ( $\bar{x}$  เท่ากับ 4.89) การประเมินผล ( $\bar{x}$  เท่ากับ 4.84) เนื้อหาของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ ( $\bar{x}$  เท่ากับ 4.83) ส่วนประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ามีคุณภาพเหมาะสมเป็นลำดับสุดท้าย คือ การใช้ภาษา คู่มือครู คู่มือนักเรียน ( $\bar{x}$  เท่ากับ 4.67 )



ตารางผนวกที่ 9 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียงกับผลการเรียนรู้

ผลการ เรียนรู้	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1	2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1	3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1	4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1	5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1	6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	20	1	1	1	3	1.00	ตัดทิ้ง
3	21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ผลการ เรียนรู้	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4	35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1,5	38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1,5	39	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	41	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	42	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	43	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	46	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4,5	47	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	49	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	50	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	51	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	52	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	53	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	54	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	55	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	66	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	57	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	58	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	59	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	60	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

จากตารางผนวกที่ 9 ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับตัวชี้วัด ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีผลรวมของคะแนนเฉลี่ยข้อที่สูงกว่า 0.5สามารถนำไปใช้ได้และจากผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วผ่านเกณฑ์ทุกข้อแบบทดสอบดังกล่าวได้คัดเลือกมา จำนวน 60 ข้อเพื่อนำไปทดลองใช้ เพื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) รายข้อ และวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ทั้งหมด

ตารางผนวกที่ 10 ตารางแสดงการหาค่าความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนก ( r ) ของ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง  
เสียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ข้อสอบจำนวน 60 ข้อ  
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ ผู้เข้าสอบจำนวน 28 คน ดังนี้

ข้อที่	ตอบถูก		ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุป
	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ			
	H	L			
1	14	12	0.93	0.14	ใช้ไม่ได้
2	14	13	0.96	0.07	ใช้ไม่ได้
3	14	11	0.89	0.21	ใช้ไม่ได้
4	14	12	0.93	0.14	ใช้ไม่ได้
5	6	3	0.32	0.21	ใช้ได้
6	6	4	0.35	0.14	ใช้ไม่ได้
7	10	5	0.54	0.36	ใช้ได้
8	8	2	0.35	0.43	ใช้ได้
9	11	5	0.57	0.43	ใช้ได้
10	9	5	0.5	0.29	ใช้ได้
11	11	7	0.64	0.29	ใช้ได้
12	8	2	0.36	0.43	ใช้ได้
13	6	4	0.43	0.6	ใช้ได้
14	13	6	0.63	0.47	ใช้ได้
15	9	3	0.43	0.43	ใช้ได้
16	7	3	0.43	0.33	ใช้ได้
17	10	2	0.37	0.6	ใช้ได้
18	8	2	0.3	0.47	ใช้ได้
19	12	8	0.7	0.47	ใช้ได้
20	12	11	0.5	0.6	ใช้ได้
21	13	10	0.47	0.4	ใช้ได้
22	12	10	0.73	0.13	ใช้ไม่ได้
23	9	0	0.3	0.6	ใช้ได้
24	4	2	0.21	0.14	ใช้ไม่ได้
25	7	3	0.37	0.33	ใช้ได้
26	8	6	0.5	-0.13	ใช้ไม่ได้

ข้อที่	ตอบถูก		ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุป
	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ			
	H	L			
27	9	2	0.67	0.53	ใช้ได้
28	0	2	0.07	-0.13	ใช้ไม่ได้
29	7	4	0.39	0.21	ใช้ได้
30	6	2	0.29	0.29	ใช้ได้
31	5	3	0.57	0.33	ใช้ได้
32	6	4	0.7	0.47	ใช้ได้
33	4	3	0.73	0.13	ใช้ไม่ได้
34	9	2	0.7	0.6	ใช้ได้
35	8	3	0.53	0.4	ใช้ได้
36	13	5	0.6	0.53	ใช้ได้
37	11	5	0.57	0.43	ใช้ได้
38	13	8	0.7	0.33	ใช้ได้
39	10	7	0.61	0.21	ใช้ได้
40	9	10	0.68	-0.07	ใช้ไม่ได้
41	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้
42	13	7	0.67	0.4	ใช้ได้
43	12	6	0.64	0.43	ใช้ได้
44	10	11	0.75	-0.07	ใช้ไม่ได้
45	11	6	0.61	0.36	ใช้ได้
46	8	2	0.36	0.43	ใช้ได้
47	4	6	0.36	-0.14	ใช้ไม่ได้
48	10	6	0.57	0.29	ใช้ได้
49	6	4	0.7	0.47	ใช้ได้
50	4	3	0.73	0.13	ใช้ไม่ได้
51	9	2	0.7	0.6	ใช้ได้
52	8	3	0.53	0.4	ใช้ได้
53	13	5	0.6	0.53	ใช้ได้
54	11	5	0.57	0.43	ใช้ได้
55	13	8	0.7	0.33	ใช้ได้
56	10	7	0.61	0.21	ใช้ได้
57	9	10	0.68	-0.07	ใช้ไม่ได้

ข้อที่	ตอบถูก		ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุป
	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ			
	H	L			
58	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้
59	13	7	0.67	0.4	ใช้ได้
60	12	6	0.64	0.43	ใช้ได้
ค่าความเที่ยง KR – 20 ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91					

จากตารางผนวกที่ 10 ผลการหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเสียง ข้อสอบจำนวน 60 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 28 คนข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ จำนวน 43 ข้อ คือข้อที่ 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57 และ 58 ทำการคัดเลือกข้อสอบมา 40 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์ได้ค่าความเที่ยง KR-20 = 0.91 ส่วนข้อสอบที่เหลือนำไปเป็นแบบทดสอบย่อยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางผนวกที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนคนที่	$X$	$X^2$	นักเรียนคนที่	$X$	$X^2$
1	39	1521	15	29	841
2	38	1444	16	26	676
3	38	1444	17	25	625
4	37	1369	18	24	576
5	36	1296	19	23	529
6	35	1225	20	20	400
7	35	1225	21	19	361
8	34	1156	22	19	361
9	33	1089	23	18	324
10	32	1024	24	16	256
11	32	1024	25	15	225
12	31	961	26	15	225
13	30	900	27	14	196
14	30	900	28	13	169
15	29	841	$\Sigma x$	<b>756</b>	<b>22342</b>



ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ) แสดงค่า  $p$ ,  $q$  และ  $pq$  ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	$p$	$q$	$pq$
1	0.32	0.68	0.22
2	0.53	0.47	0.25
3	0.35	0.65	0.23
4	0.57	0.43	0.25
5	0.50	0.50	0.25
6	0.35	0.65	0.23
7	0.35	0.65	0.23
8	0.42	0.58	0.24
9	0.35	0.65	0.23
10	0.42	0.58	0.24
11	0.35	0.65	0.23
12	0.71	0.29	0.21
13	0.82	0.18	0.15
14	0.82	0.18	0.15
15	0.32	0.68	0.22
16	0.35	0.65	0.23
17	0.39	0.61	0.24
18	0.28	0.72	0.20
19	0.28	0.72	0.20
20	0.35	0.65	0.23
21	0.39	0.61	0.24
22	0.39	0.61	0.24
23	0.64	0.36	0.23
24	0.57	0.43	0.25
25	0.75	0.25	0.19
26	0.60	0.40	0.24
27	0.53	0.47	0.25

ข้อที่	p	q	pq
28	0.71	0.29	0.21
29	0.64	0.36	0.23
30	0.60	0.40	0.24
31	0.35	0.65	0.23
32	0.57	0.43	0.25
33	0.35	0.65	0.23
34	0.50	0.50	0.25
35	0.75	0.25	0.19
36	0.64	0.36	0.23
37	0.78	0.22	0.17
38	0.46	0.54	0.25
39	0.35	0.65	0.23
40	0.64	0.36	0.23
			$\Sigma pq = 9.01$

จากตารางผนวกที่ 11 สามารถวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังนี้

ความแปรปรวนของแบบทดสอบ คำนวณจาก

$$\begin{aligned}
 S_r^2 &= \frac{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{(28)22342 - (756)^2}{28(28-1)} \\
 &= \frac{625576 - 571536}{28(28-1)} \\
 &= \frac{54040}{756} \\
 S_r^2 &= 71.48
 \end{aligned}$$

การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แทนค่าในสูตร KR-20 ของคูเดอริชาร์ดสัน (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2555, น. 148)

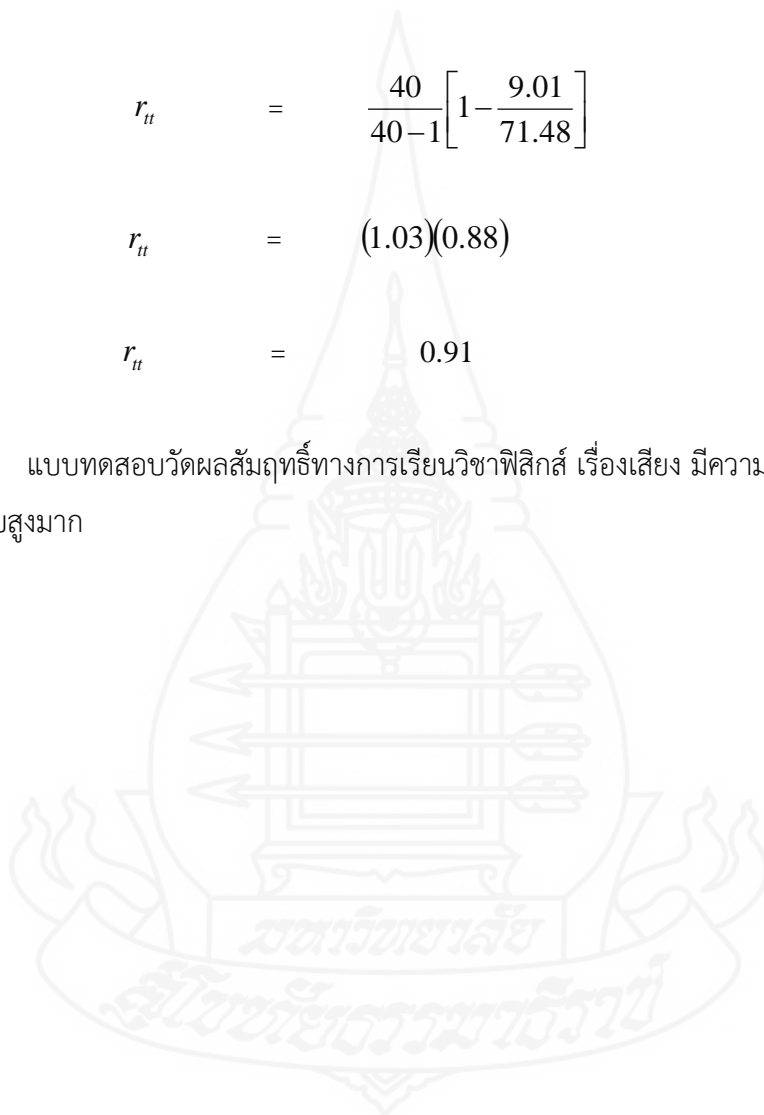
$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1} \left[ 1 - \frac{9.01}{71.48} \right]$$

$$r_{tt} = (1.03)(0.88)$$

$$r_{tt} = 0.91$$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง มีความเที่ยงเท่ากับ 0.91 อยู่ในระดับสูงมาก



ตารางผนวกที่ 12 ตารางผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์แยกตามครั้งที่ทดลอง

กลุ่มการทดลอง	N	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนสอบหลังเรียน		ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรม	
		ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	$E_1$	$E_2$
1:1	3	602	200.66	72	24	61.74	60.00
1:10	9	2139	237.67	263	29.22	73.13	73.06
1:100 (กลุ่มตัวอย่าง)	45	13440.1	298.67	1623	36.07	91.90	90.11

จากตารางที่ 12 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง รายวิชาฟิสิกส์3 (ว 30303) เป็น 91.90/90.17

ตารางผนวกที่ 13 ตารางแสดงคะแนนระหว่างเรียนคะแนนหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบเดี่ยว

นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน								คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	คะแนนรวม		
	20	65	50	30	60	60	40			
1	12	38	30	13	34	29	21	177	11	20
2	13	43	33	16	39	32	23	199	15	23
3	15	45	40	22	41	35	28	226	20	29
รวม	40	126	103	51	114	96	72	602	46	72
ค่าเฉลี่ย	13.33	42	34.33	17	38	32	24	200.66	15.33	24
ร้อยละ	66.65	64.61	68.68	56.66	63.33	53.33	60.00	61.74	38.33	60.00
ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 61.74$									$E_2 = 60.00$
	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.35									

N = 3

จากตารางที่ 13 พบว่าประสิทธิของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง  
 รายวิชาฟิสิกส์ 3 (ว 30303) เป็น 61.74/60.0 ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.35  
 ตารางผนวกที่ 14 ตารางแสดงคะแนนระหว่างเรียนคะแนนหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบกลุ่มเล็ก  
 (1:10)

นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน								คะแนน ก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนน หลังเรียน (40 คะแนน)
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	คะแนน รวม		
	20	65	50	30	60	60	40	325		
1	15	42	43	21	39	41	30	231	14	26
2	13	44	35	18	38	44	28	220	17	31
3	14	41	37	22	41	40	33	228	15	29
4	16	46	36	24	43	39	30	234	17	32
5	16	47	36	19	44	46	31	239	14	30
6	17	48	40	20	40	41	32	238	16	29
7	15	50	34	23	49	50	34	255	19	28
8	17	48	38	22	45	41	29	240	17	30
9	15	49	43	25	46	44	32	254	16	28
รวม	138	415	342	194	385	386	279	2139	145	263
ค่าเฉลี่ย	15.33	42.89	38	21.56	42.78	42.89	31	237.67	16.11	29.22
ร้อยละ	76.65	70.94	76.00	71.85	71.30	71.48	77.5	73.13	40.28	73.06
ค่า ประสิทธิภาพ	$E_1 = 73.13$									$E_2 = 73.06$
	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.45									

N = 9

จากตารางที่ 14 พบว่าประสิทธิของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง  
 รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30303) เป็น 73.13/73.06 ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.45

ตารางผนวกที่ 15 ตารางแสดงคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง  
(กลุ่มตัวอย่าง)

นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน								คะแนน ก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนน หลังเรียน (40 คะแนน)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	คะแนน รวม		
	20	65	50	30	60	60	40	325		
1	17	54	43	29	54.5	59	38.5	295	18	35
2	18.5	55	42.5	29	50.5	56	39	290.5	23	37
3	19	54.5	44	29.5	50	59	37.5	293.5	18	37
4	19	51	34	29	53	59	38.5	283.5	17	38
5	19	56.5	45	29	55	58.5	39	302	27	38
6	19	59.5	46.5	29	50.5	58	39	301.5	16	37
7	19	54.5	44	29	56	59	37.5	299	15	37
8	18	61.5	43.5	29	54.5	56	36	298.5	16	37
9	16.5	58.5	45	28.5	51.5	59	39	298	24	36
10	13.5	55.5	40.5	26	50.5	51.5	38.5	276	22	39
11	15.5	61	46.5	29	51.5	57.5	39	300	23	36
12	13	59.5	45	29	55	55.5	33.5	290.5	25	36
13	18.5	55.5	41.5	29	54.5	55	35.5	289.5	25	39
14	16	64	46	25.5	40.5	58.5	39	289.5	25	34
15	15.5	58	43.5	29	53	53.5	39	291.5	23	34
16	16	58.5	40.5	29	53	48	35.5	280.5	15	37
17	19	60.5	45	25.5	51	57	37.5	295.5	21	36
18	19	64	43	29	56	59	38.5	308.5	26	37
19	16.5	64	44	28.5	59	54.5	37	303.5	18	34
20	16	61.5	41	29	52	48	37.5	285	19	35
21	17	58	46.5	28.5	54.5	59	39	302.5	24	38
22	15.5	64	48	28.5	56	49	39	300	28	35
23	17.5	64	49	29	59	59	39	316.5	25	40
24	17.5	58.5	45	29	59	59	39	307	22	36
25	15.5	61.5	44.5	29	53	59	38.5	301	22	33
26	18	61.5	43	29	59	59	35.5	305	21	35
27	19	64	45.5	29	59	59	39	314.5	26	38
28	19	63	46.5	29	56	58.5	39	311	21	33
29	19	62	44.5	29	59	59	38.5	311	20	36
30	19	64	46	29	56	59	39	312	25	35
31	19	62	46	29	59	59	39	313	25	35
32	18	62.5	46.6	29	57.5	59	39	311.6	28	36



นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน								คะแนน ก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนน หลังเรียน (40 คะแนน)	
	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	คะแนน รวม			
	1	2	3	4	5	6	7				
	20	65	50	30	60	60	40	325			
33	18	59	42	29	57.5	59	39	303.5	27	38	
34	18	57.5	44	29	57	56	29.5	291	19	35	
35	17	56	45	29	54.5	58.5	39	299	20	39	
36	18.5	56	40.5	29	55.5	59	30	288.5	21	35	
37	18.5	58.5	43	29	51	57	36	293	24	37	
38	17.5	60	45.5	26.5	56	59	39	286	21	35	
39	18.5	61	41	29	56	56	37	298.5	20	35	
40	18.5	59	46	29	58	55.5	38.5	304.5	23	32	
41	19	54	39.5	29	50	59	39	289.5	22	35	
42	18.5	56	39	29	51.5	58	38.5	290.5	22	34	
43	19	60.5	44.5	29	59	59	39	310	27	35	
44	19	60	47	29	53.5	56	39	303.5	22	36	
45	19	60	44	29	56	59	39	306	27	38	
รวม	796.5	2669.5	1976.1	1291	2454	2570	1700.5	13440.1	998	1623	
ค่าเฉลี่ย	17.68	59.3	42.91	28.67	55.71	57.11	37.79	298.67	22.18	36.04	
ร้อยละ	88.39	91.23	85.82	95.56	92.85	95.18	94.45	91.90	55.44	90.11	
ค่า ประสิทธิภาพ	$E_1 = 91.90$									$E_2 = 90.11$	
	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.78										

จากตารางที่ 15 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 30303) เป็น 91.90/90.11 ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.78

ตารางผนวกที่ 16 การประเมินผลความรู้หลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ และวิธีการสอนด้วย  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

นักเรียนคนที่	วิธีสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)		วิธีสอนโดยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ (กลุ่มทดลอง)	
	คะแนนหลังเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	ร้อยละ	คะแนนเต็ม 40คะแนน	ร้อยละ
1	28	70	35	87.5
2	29	72.5	37	92.5
3	26	65	37	92.5
4	24	60	38	95
5	26	65	38	95
6	25	62.5	37	92.5
7	29	72.5	37	92.5
8	27	67.5	37	92.5
9	27	67.5	36	90
10	28	70	39	97.5
11	37	92.5	36	90
12	37	92.5	36	90
13	31	77.5	39	97.5
14	29	72.5	34	85
15	29	72.5	34	85
16	35	87.5	37	92.5
17	23	57.5	36	90
18	30	75	37	92.5
19	26	65	34	85
20	35	87.5	35	87.5
21	33	82.5	38	95
22	28	70	35	87.5
23	30	75	40	100
24	26	65	36	90
25	37	92.5	33	82.5

นักเรียนคนที่	วิธีสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)		วิธีสอนโดยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์ (กลุ่มทดลอง)	
	คะแนนหลังเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	ร้อยละ	คะแนนเต็ม 40คะแนน	ร้อยละ
26	31	77.5	35	87.5
27	36	90	38	95
28	33	82.5	33	82.5
29	32	80	36	90
30	33	82.5	35	87.5
31	34	85	35	87.5
32	34	85	36	90
33	31	77.5	38	95
34	29	72.5	34	85
35	25	62.5	39	97.5
36	28	70	35	87.5
37	31	77.5	37	92.5
38	32	80	35	87.5
39	30	75	35	87.5
40	33	82.5	32	80
41	29	72.5	35	87.5
42	32	80	34	85
43	38	95	35	87.5
44	30	75	36	90
45	37	92.5	38	95
<b>ค่าเฉลี่ย (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>30.51</b>	<b>76.28</b>	<b>36.04</b>	<b>90.11</b>
<b>S.D.</b>	<b>3.865</b>		<b>1.78</b>	

จากตารางที่ 16 พบว่า โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยวิธีการสอนแบบปกติตามคู่มือครูของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 30.52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.28 สำหรับคะแนนเฉลี่ยวิธีการสอนโดยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์ มีค่าเท่ากับ 36.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.11

ตารางผนวกที่ 17 การประเมินผลความรู้ก่อนเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ และวิธีการสอนด้วย  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

นักเรียนคนที่	วิธีสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)		วิธีสอนโดยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ (กลุ่มทดลอง)	
	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนก่อนเรียน	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	ร้อยละ	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	ร้อยละ
1	20	50	18	45
2	21	52.5	23	57.5
3	18	45	18	45
4	16	40	17	42.5
5	18	45	27	67.5
6	17	42.5	16	40
7	21	52.5	15	37.5
8	19	47.5	16	40
9	18	45	24	60
10	20	50	22	55
11	29	72.5	23	57.5
12	28	70	25	62.5
13	23	57.5	25	62.5
14	23	57.5	25	62.5
15	21	52.5	23	57.5
16	27	67.5	15	37.5
17	15	37.5	21	52.5
18	22	55	26	65
19	18	45	18	45
20	27	67.5	19	47.5
21	25	62.5	24	60
22	20	50	28	70
23	22	55	25	62.5
24	18	45	22	55
25	26	65	22	55

นักเรียนคนที่	วิธีสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)		วิธีสอนโดยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิลิกส์ (กลุ่มทดลอง)	
	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนก่อนเรียน	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	ร้อยละ	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	ร้อยละ
26	23	57.5	21	52.5
27	27	67.5	26	65
28	25	62.5	21	52.5
29	24	60	20	50
30	25	62.5	25	62.5
31	26	65	25	62.5
32	26	65	28	70
33	23	57.5	27	67.5
34	21	52.5	19	47.5
35	17	42.5	20	50
36	20	50	21	52.5
37	23	57.5	24	60
38	24	60.5	21	52.5
39	18	45	20	50
40	22	55	23	57.5
41	25	62.5	22	55
42	21	52.5	22	55
43	24	60	27	67.5
44	27	67.5	22	55
45	22	55	27	67.5
<b>ค่าเฉลี่ย (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>21.84</b>	<b>55.29</b>	<b>22.18</b>	<b>55.44</b>
<b>S.D.</b>	<b>3.784</b>		<b>3.537</b>	

จากตารางที่ 17 พบว่า โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 22.11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.29 สำหรับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 22.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.44

ตารางผนวกที่ 18 การประเมินผลความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมใช้วิธี  
การสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทาง  
ฟิสิกส์ เรื่องเสียง รายวิชาฟิสิกส์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ  
สตรีวิทยา ๒

นักเรียนคนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
1	20	28	18	35
2	21	29	23	37
3	18	26	18	37
4	16	24	17	38
5	18	26	27	38
6	17	25	16	37
7	21	29	15	37
8	19	27	16	37
9	18	27	24	36
10	20	28	22	39
11	29	37	23	36
12	28	37	25	36
13	23	31	25	39
14	23	29	25	34
15	21	29	23	34
16	27	35	15	37
17	15	23	21	36
18	22	30	26	37
19	18	26	18	34
20	27	35	19	35
21	25	33	24	38
22	20	28	28	35
23	22	30	25	40
24	18	26	22	36
25	26	37	22	33
26	23	31	21	35
27	27	36	26	38



นักเรียนคนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
28	25	33	21	33
29	24	32	20	36
30	25	33	25	35
31	26	34	25	35
32	26	34	28	36
33	23	31	27	38
34	21	29	19	34
35	17	25	20	39
36	20	28	21	35
37	27	31	24	37
38	15	32	21	35
39	22	30	20	35
40	18	33	23	32
41	27	29	22	35
42	25	32	22	34
43	20	38	27	35
44	22	30	22	36
45	18	37	27	38
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>21.84</b>	<b>30.51</b>	<b>22.18</b>	<b>36.04</b>
<b>S.D.</b>	<b>3.784</b>	<b>3.865</b>	<b>3.537</b>	<b>1.783</b>

จากตารางที่ 18 พบว่า โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 21.84 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.784 ค่าเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 30.51 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 3.865 สำหรับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 22.18 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 3.537 ค่าเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 36.04 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.783

ตารางผนวกที่ 19 ตารางแสดงความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติและคะแนนหลังเรียนด้วยวิธีการสอนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ t-test จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องเสียง

## Group Statistics

class	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
5/2	45	36.04	1.783	.266
5/3	45	30.51	3.865	.576

## Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
post	Equal variances assumed	23.544	.000	8.721	88	.000	5.533	.635	4.272	6.794
	Equal variances not assumed			8.721	61.921	.000	5.533	.635	4.265	6.802

วิธีสอน	N	Mean	S.D.	ผลต่างค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 2 tailed
สอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ	45	36.04	1.783	5.533	8.721*	88	0.000
สอนแบบปกติ	45	30.51	3.865				

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่าการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.51 คะแนน การสอนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.04 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 5.533 คะแนน ดังนั้นการทดสอบสถิติ t พบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์สูงกว่าการสอนแบบปกติตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 20 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติและคะแนนหลังเรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ t-test จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง

## Group Statistics

class	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
5/2	45	22.18	3.537	.527
5/3	45	21.84	3.784	.564

## Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
pre	Equal variances assumed	.584	.447	.432	88	.667	.333	.772	-1.201	1.868
	Equal variances not assumed			.432	87.604	.667	.333	.772	-1.201	1.868

วิธีสอน	N	Mean	S.D.	ผลต่าง ค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 2 tailed
สอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ	45	22.18	3.537	0.333	0.432*	88	0.667
สอนแบบปกติ	45	21.84	3.784				

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางผนวกที่ 20 พบว่าการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.84 คะแนน ผู้เรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.18 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 0.333 คะแนน ดังนั้นการทดสอบสถิติ t พบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ 21 ตารางแสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของรายการการประเมิน  
ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์  
เรื่องเสียง วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.3	1	1	1	3	100	ใช้ได้
1.4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.5	1	1	1	3	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 21 แสดงค่าผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความ  
พึงพอใจกับการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีผลรวมของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละข้อ  
สูงกว่า 0.5 แสดงว่าแบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้สามารถนำไปวัดความพึงพอใจของผู้เรียนได้

ตารางผนวกที่ 22 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมสำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์รายข้อ แบบประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8	ข้อที่ 9	ข้อที่ 10	ข้อที่ 11	ข้อที่ 12	ข้อที่ 13	ข้อที่ 14	ข้อที่ 15	ข้อที่ 16	ข้อที่ 17	ข้อที่ 18	ข้อที่ 19
จำนวนคน	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
คะแนนรวม	204	216	208	151	172	201	205	176	197	198	206	212	200	201	205	202	182	205	188
คะแนนต่ำสุด	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
คะแนนสูงสุด	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	4.34	4.60	4.43	3.21	3.66	4.28	4.36	3.74	4.19	4.21	4.38	4.51	4.26	4.28	4.36	4.30	3.87	4.36	4.00
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.48	0.61	0.58	0.55	0.64	0.58	0.57	0.61	0.65	0.59	0.61	0.59	0.67	0.58	0.61	0.55	0.68	0.64	0.75
C.V. (%)	11.04	13.35	13.11	17.09	17.35	13.53	13.03	16.20	15.44	13.94	13.91	12.97	15.85	13.53	13.88	12.76	17.55	14.68	18.80
แปลผล	มาก	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

วิเคราะห์ คุณภาพ เครื่องมือ	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8	ข้อที่ 9	ข้อที่ 10	ข้อที่ 11	ข้อที่ 12	ข้อที่ 13	ข้อที่ 14	ข้อที่ 15	ข้อที่ 16	ข้อที่ 17	ข้อที่ 18	ข้อที่ 19
ค่าอำนาจ จำแนก	0.36	0.18	0.53	0.39	0.51	0.62	0.49	0.48	0.36	0.51	0.50	0.56	0.56	0.32	0.54	0.36	0.48	0.42	0.51
Sig	0.01	0.23	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
แปลผล	yes	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
ค่าความเที่ยงมี ค่าเท่ากับ 0.8601	หมายเหตุ: ค่าอำนาจจำแนกแบบ Item Total Correlation และค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา																		





ภาคผนวก จ

ตัวอย่างคู่มือครู

ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง



**ตัวอย่างคู่มือครู**

ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง

คู่มือครู ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียง

ชุดที่ **1**

# อัตราเร็วเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

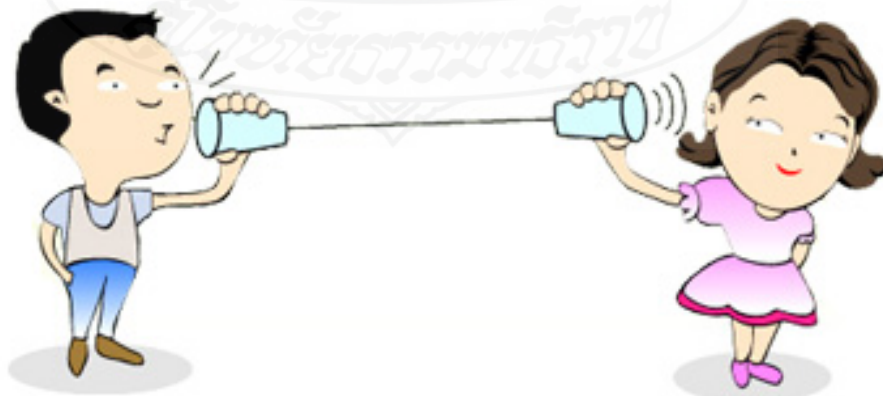
จัดทำโดย  
นางสาว สายฝน ศรีษะนาราช

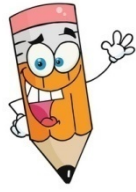
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒  
โรงเรียนมัธยมศึกษาในโครงการเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ  
เนื่องในวโรกาสทรงเจริญพระชนมพรรษาครบ ๕ รอบ พุทธศักราช ๒๕๓๕  
เลขที่ ๒๐๐ ซอยนิมิตใหม่ ๖๕ ถนนนิมิตใหม่ แขวงสามวาตะวันออก  
เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ๑๐๕๑๐ โทรศัพท์ ๐๒ - ๙๙๓ - ๒๓๕๓ โทรสาร ๐๒-๙๙๓ - ๓๓๒๓  
E-mail nmrsw2@nmrsw2.ac.th <http://www.nmrsw2.ac.th>



ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง รหัส ว30203 ชุดที่ 1 เรื่อง เรื่องอัตราเร็วของเสียง จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้ประกอบการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราเร็วของเสียงในอากาศ อัตราเร็วของเสียงในของไหล อัตราเร็วของเสียงในของแข็ง ตามลำดับ ในการรวบรวมเนื้อหาสาระช่วยให้อ่านเข้าใจง่าย มีแบบฝึกทักษะให้ทำกิจกรรม ทำให้ผู้อ่านเกิดทักษะและได้รับความรู้จากการประเมิน ตนเองจากการทำแบบฝึกทักษะ ข้อทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้ยังได้ ทราบว่าตนเองมีการพัฒนาอย่างน้อยเพียงไร หลังจากนำชุดฝึกทักษะเล่มนี้ ไปใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียน สามารถค้นคว้าได้ด้วยตนเอง เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถอำนวยความสะดวกต่อการ เรียนการสอน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ ของหลักสูตรได้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์เรื่องเสียง เล่มนี้คงเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สนใจในการศึกษาด้านนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ





## สารบัญ



เรื่อง	หน้า
คำนำ .....	2
สารบัญ .....	3
คำชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ .....	4
คำชี้แจงสำหรับครู .....	5
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน .....	6
แผนผังลำดับการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ .....	7
สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ .....	8
สาระสำคัญ .....	9
แบบทดสอบก่อนเรียน .....	10
ใบความรู้ .....	13
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ .....	22
ตัวอย่างแบบฝึกทักษะการคำนวณ .....	23
แบบฝึกทักษะการคำนวณ .....	31
แบบทดสอบหลังเรียน .....	39
กระดาษคำตอบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน .....	42
ตารางบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะการคำนวณ .....	43
เกณฑ์การให้คะแนนในชุดฝึกทักษะการคำนวณ .....	44
แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดฝึกทักษะการคำนวณ .....	45
บรรณานุกรม .....	47
ภาคผนวก .....	48
เฉลยแบบฝึกทักษะการคำนวณ .....	49
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน .....	57





## คำชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์



1. ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ว30203 เรื่อง เสียง และการได้ยินสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับเล่มนี้เป็น ชุดที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของเสียงและ อัตราเร็วของคลื่นเสียง จากทั้งหมด 7ชุด ประกอบด้วย

- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 1 เรื่องธรรมชาติและอัตราเร็วของเสียง
- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 2 เรื่องสมบัติของเสียง
- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 3 เรื่องความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง
- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 4 เรื่องการได้ยินเสียง
- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 5 เรื่องบีตส์และคลื่นนิ่งของเสียง
- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 6 เรื่องการสั่นพ้องของเสียงในอากาศ
- ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 7 เรื่องปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

2. ส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะประกอบด้วย

- คำชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ
- คำชี้แจงสำหรับครู
- คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
- แผนผังลำดับการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ
- มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
- สารสำคัญ
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- ใบความรู้
- แบบฝึกทักษะการคำนวณ
- แบบทดสอบหลังเรียน
- กระดาษคำตอบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
- ตารางบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะการคำนวณ
- เกณฑ์การให้คะแนนในแบบฝึกทักษะการคำนวณ
- แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบฝึกทักษะการคำนวณ
- เฉลยแบบฝึกทักษะการคำนวณ
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

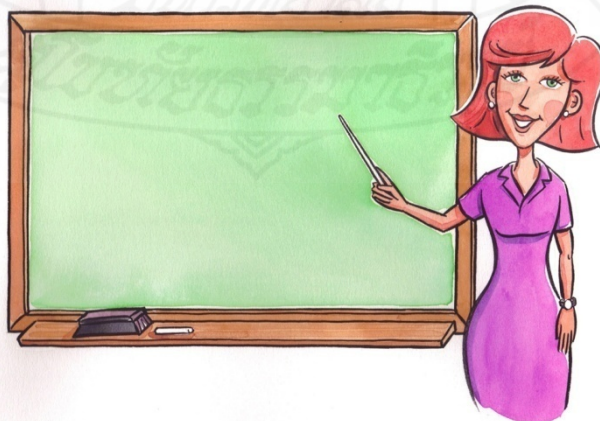




## คำชี้แจงสำหรับครู



1. ใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 1 เรื่อง อัตราเร็วของคลื่นเสียงเล่มนี้ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
2. ครูต้องชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ตั้งแต่ต้นจนจบให้นักเรียนเข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมต่างๆ
3. ให้ทดสอบความรู้ก่อนเรียนของนักเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นรายบุคคล
4. ขณะปฏิบัติกิจกรรม ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้อย่างตั้งใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย ในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ และครูอธิบายเพิ่มเติมอย่างใกล้ชิด
5. ทดสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน
6. หากผู้เรียนบางคนเรียนไม่ทัน หรือขาดเรียน อาจมอบหมายงานหรือเอกสารให้ศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลา
7. การตรวจนับคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เกณฑ์ร้อยละ 80 ถ้านักเรียนทำคะแนนได้น้อยกว่าร้อยละ 80 ควรให้คำแนะนำและจัดสอนซ่อมเสริม





### คำชี้แจงสำหรับนักเรียน



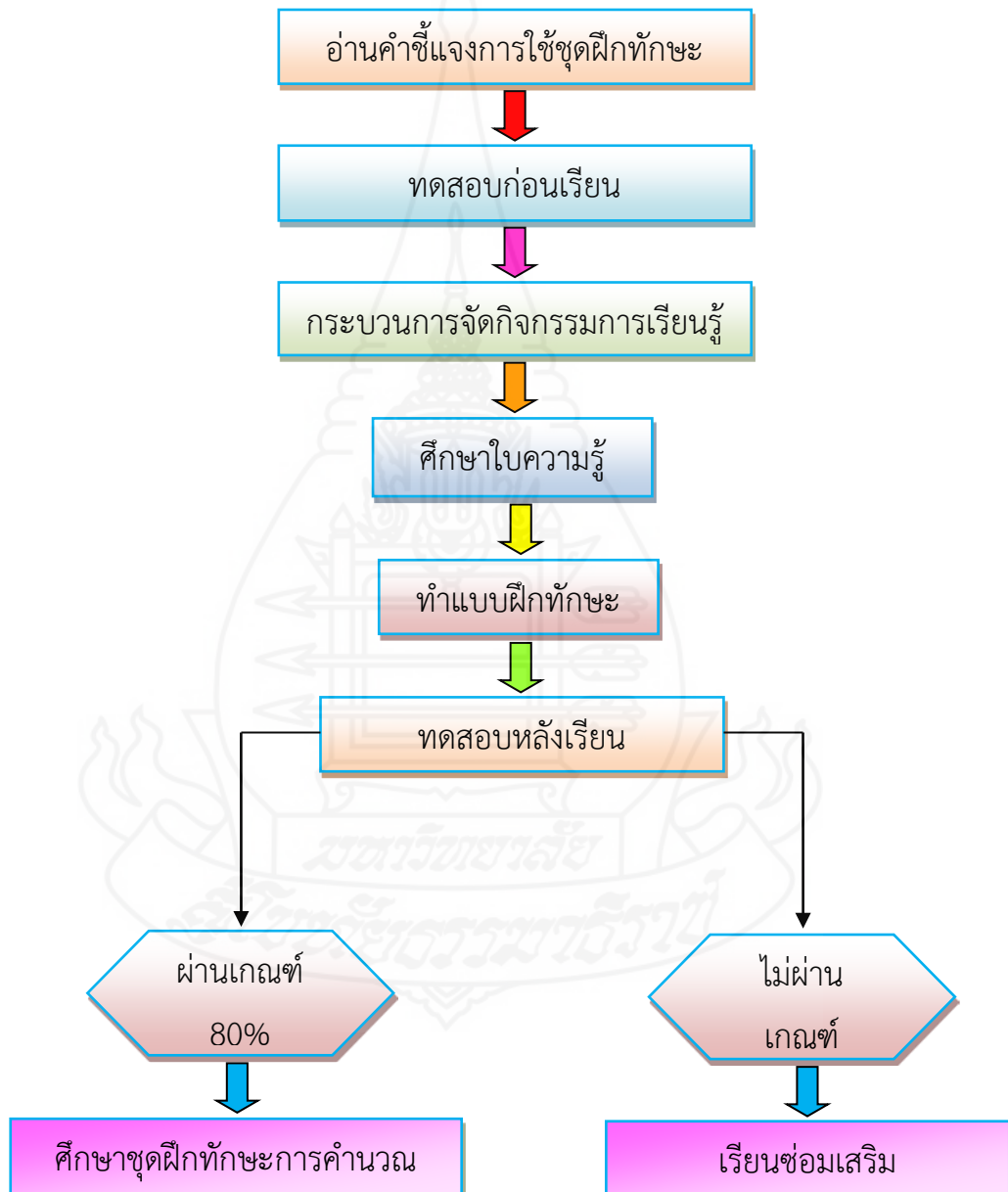
นักเรียนอ่านคำชี้แจงและทำตามคำชี้แจงแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบ โดยปฏิบัติขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชุดฝึกทักษะการคำนวณวิชาฟิสิกส์ ชุดที่1 เรื่อง อัตราเร็วของคลื่นเสียง ใช้เวลาในการทำแบบฝึกทักษะ จำนวน 2 ชั่วโมง นักเรียนสามารถเรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง การใช้แบบฝึกทักษะควรปฏิบัติตามกฎกติกาในการใช้อย่างเคร่งครัดจึงจะได้ผลดี
  2. นักเรียนศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้
  3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยจำนวน10ข้อ ลงในกระดาษคำตอบ
  4. ศึกษา ใบความรู้ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา
  5. ทำแบบฝึกทักษะการคำนวณตามที่กำหนดไว้ จำนวน4 ข้อ ข้อละ5คะแนน รวม 20 คะแนน โดยแสดงวิธีการคำนวณอย่างละเอียด ลงในแบบฝึกทักษะ ให้นักเรียนทำด้วยตนเอง เรียงลำดับขั้นตอน เมื่อทำเสร็จแล้วจึงตรวจคำตอบกับเฉลยแบบฝึกทักษะการคำนวณโจทย์ร่วมกับครู
  6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10ข้อ
  7. ตรวจคำตอบของแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน จากเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนร่วมกับครู
  8. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน ให้ได้8ข้อขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ และถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดให้ทบทวนเนื้อหาและทำแบบฝึกทักษะใหม่อีกครั้ง
- หมายเหตุ** เมื่อนักเรียนคนใดสงสัยหรือมีปัญหาที่ไม่เข้าใจ สามารถขอคำปรึกษาและคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา





## แผนผังลำดับการใช้ชุดฝึกทักษะการคำนวณ





## ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 1 เรื่อง อัตราเร็วของคลื่นเสียง

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

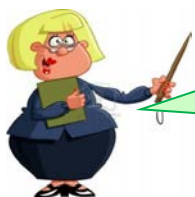
ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่า ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงและการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นเสียง หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศกับอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คำนวณหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางต่างๆ ได้
2. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบกล้าแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ความมีเหตุผล และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์



ก่อนเรียนรู้จากแบบฝึกทักษะการคำนวณ  
แก้โจทย์ปัญหาให้ศึกษาจุดประสงค์การ  
เรียนรู้และคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนนะคะ

### สาระสำคัญ

คลื่นเสียง เกิดจากการสั่นของวัตถุ พลังงานจากการสั่นของวัตถุ จะถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของอากาศทำให้โมเลกุล ของอากาศสั่น แล้วถ่ายโอนพลังงานที่ได้รับแก่มอเลกุลถัดไป มีผลทำให้คลื่นเสียงแผ่กระจายออกไปในอากาศโดยรอบแหล่งกำเนิด โดยโมเลกุลของอากาศไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นหลังจากที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน จะมีการสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิค

อัตราเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น ตามสมการ

$$v = 331 + 0.6 t$$

เมื่ออุณหภูมิของตัวกลางคงตัว อัตราเร็วเสียงในตัวกลางจะมีค่าคงตัว และอัตราเร็วเสียงในตัวกลางต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกันจะมีค่าต่างกันเมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านไปแล้วโมเลกุลของอากาศในแต่ละตำแหน่งจะยังคงอยู่ที่เดิม แนวการถ่ายโอนพลังงานของเสียงกับแนวการสั่นของโมเลกุลอากาศอยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้น เสียงจึงจัดเป็นคลื่นตามยาว



ก่อนอื่นต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน  
ก่อนนะคะ เพื่อพัฒนาการตัวเองเริ่ม  
ได้เลยค่ะ



แบบทดสอบก่อนเรียน  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณ ชุดที่ 1  
เรื่อง อัตราเร็วของเสียง

แบบทดสอบทางการเรียนก่อนเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

ชุดที่ 2 อัตราเร็วของเสียง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับอักษร 1 2 3 หรือ 4 ที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

- 
1. จงหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
    1. 346 เมตร/วินาที
    2. 375 เมตร/วินาที
    3. 412 เมตร/วินาที
    4. 425 เมตร/วินาที
  2. ณ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงในอากาศจะมากกว่า ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อยู่กี่เมตร/วินาที
    1. 3 เมตร/วินาที
    2. 6 เมตร/วินาที
    3. 12 เมตร/วินาที
    4. 34 เมตร/วินาที



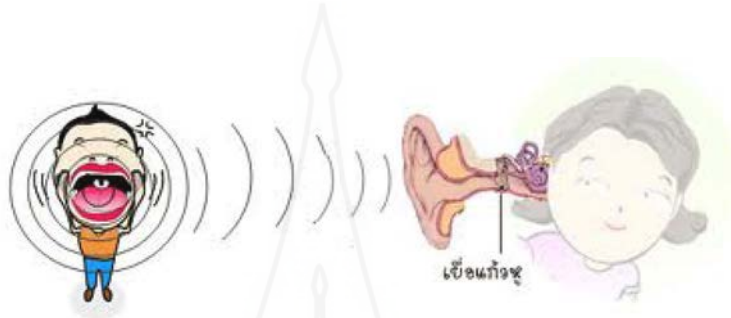
3. เสียงที่ผ่านอากาศบริเวณหนึ่งมีอัตราเร็ว 349 เมตร/วินาที เมื่อผ่านไปยังอีกบริเวณหนึ่งอัตราเร็วเปลี่ยนเป็น 343 เมตร/วินาที บริเวณทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกันกี่องศาเซลเซียส
1. 5 องศาเซลเซียส
  2. 10 องศาเซลเซียส
  3. 20 องศาเซลเซียส
  4. 30 องศาเซลเซียส
4. จงหาความยาวคลื่นของเสียงซึ่งมีความถี่ 1,000 เฮิรตซ์ขณะคลื่นเสียงผ่านน้ำทะเล กำหนดให้อัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลเท่ากับ 1,500 เมตรต่อวินาที
1. 1.5 เมตร
  2. 1.0 เมตร
  3. 0.67 เมตร
  4. 0.50 เมตร
5. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 เฮิรตซ์ วางในอากาศที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อยากทราบว่า คลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้ จะมีความยาวคลื่นเท่าไร
1. 0.6 เมตร
  2. 0.5 เมตร
  3. 0.3 เมตร
  4. 0.1 เมตร
6. ไชเรนอันหนึ่งมีส่วนประกอบของงานโลหะกลมที่เจาะรูเล็ก ๆ ไว้ 40 รู ขณะที่หมุนงานโลหะด้วยอัตราเร็ว 17 เมตร/วินาที ก็เป่าลมเข้าไปทำให้เกิดเสียงไชเรนทุกครั้งที่ลมผ่านรูเล็ก ๆ นี้ จงหาความถี่ของเสียงไชเรน และถ้าขณะนั้นอากาศมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เสียงไชเรนมีความยาวคลื่นเท่าใด
1. 0.5 เมตร
  2. 0.4 เมตร
  3. 0.2 เมตร
  4. 0.1 เมตร

7. จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส
1. 356, 349 เมตรต่อวินาที
  2. 356, 354 เมตรต่อวินาที
  3. 350, 349 เมตรต่อวินาที
  4. 346, 349 เมตรต่อวินาที
8. ท่อเหล็กมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น  $2 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร และมีความหนาแน่น  $7.5 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาอัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็กนี้
1.  $2.67 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที
  2.  $3.50 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที
  3.  $4.65 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที
  4.  $5.16 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที
9. ส่วนอัดกับส่วนอัดที่ติดกันของคลื่นเสียงในอากาศวัดได้ 0.5 เมตร และแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 680 เฮิรตซ์ อยากทราบว่า อุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นเป็นเท่าใด
1. 40 องศาเซลเซียส
  2. 30 องศาเซลเซียส
  3. 20 องศาเซลเซียส
  4. 15 องศาเซลเซียส
10. อากาศมีค่าคงที่ ( $g$ ) 1.40 มีความหนาแน่น 1.29 กิโลกรัม/ลบ.ม ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศเมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านจะมีอัตราเร็วเท่าใด (1 บรรยากาศ =  $1.013 \times 10^5$  นิวตันต่อตารางเมตร) ในหน่วยเมตร/วินาที
1.  $1.3 \times 10^3$  เมตร/วินาที
  2.  $1.4 \times 10^3$  เมตร/วินาที
  3.  $1.5 \times 10^3$  เมตร/วินาที
  4.  $1.6 \times 10^3$  เมตร/วินาที



ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสร็จแล้วเริ่ม  
ศึกษาเนื้อหาถัดไปเลยนะคะ

## ใบความรู้ ชุดที่1 เรื่อง อัตราเร็วของเสียง



ภาพที่ 1 เราได้ยินเสียงได้อย่างไร

[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=70443](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=70443)

### เสียง ))))

เสียงเกิดจากวัตถุที่สั่นสะเทือน ขณะที่วัตถุสั่นสะเทือนจะทำให้ อากาศ และสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบข้างเกิดการสั่นสะเทือนไปด้วย ซึ่งเป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่ไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศ เช่น ในอวกาศ เราเรียกสิ่งที่อยู่รอบๆ วัตถุต้นกำเนิดเสียงเหล่านี้ว่า ตัวกลางของเสียง

### ตัวอย่างเช่น



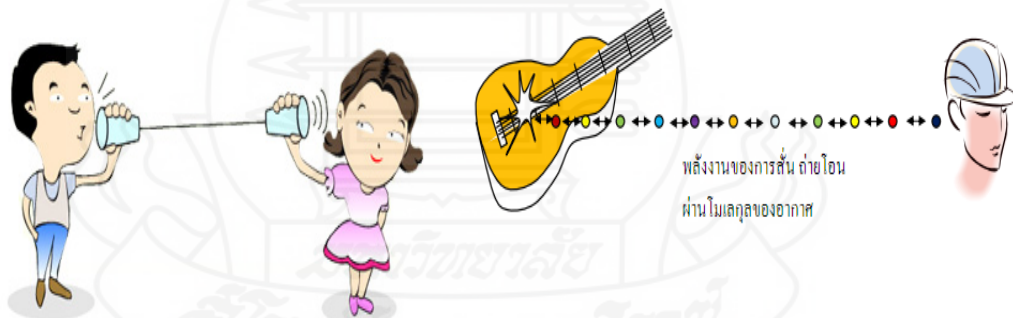
ถ้าเราใช้มือสัมผัสที่ลำคอขณะที่เราเปล่งเสียง เราจะรู้สึกได้ว่าการสั่นที่ กล้ามเนื้อบริเวณลำคอ หรือขณะที่เราตีคีย์บอร์ดหรือจะเข้ พลังงานในการตีซึ่งเป็น พลังงานกลจะถูกถ่ายโอน ให้กับสายกีตาร์หรือสายจะเข้ทำให้สายกีตาร์หรือสายจะเข้สั่น พลังงานการสั่นของสายกีตาร์ หรือสายจะเข้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเสียงแผ่กระจายออกไปโดยรอบจึงกล่าวได้ว่า “เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ”



ภาพที่ 2 เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ  
ที่มา <http://www.thebout.com>

### ตัวกลางเสียง

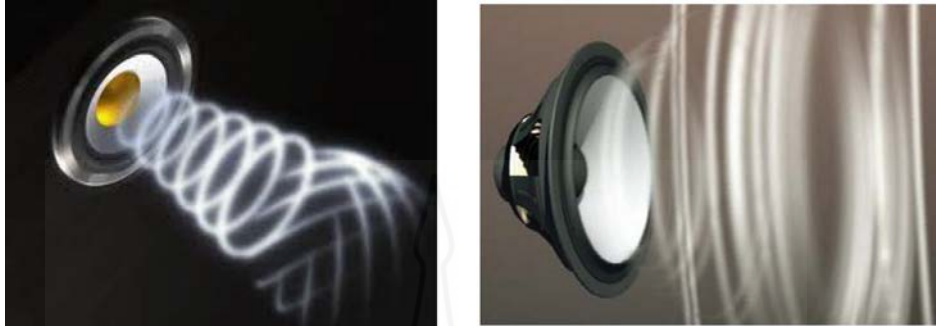
เสียงเดินทางได้ในตัวกลางนำเสียงที่เป็น ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ได้ต่างกัน คือ เสียงเดินทางในของแข็งได้ดีกว่าของเหลวและก๊าซ และเสียงเดินทางในของเหลวได้ดีกว่าก๊าซ ดังนั้น เสียงต้องอาศัยตัวกลางเพื่อส่งพลังงานจากตัวสั่นไปยังเยื่อแก้วหู และส่งพลังงานผ่านไปยังสมองทำให้ได้ยินเสียง เราจึงต้องระมัดระวังอันตราย ที่เกิดจากเยื่อแก้วหู



ภาพที่ 3 การเดินทางของเสียง

ที่มา [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=70443](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=70443)

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่นจะมีพลังงานในการสั่น เช่น เมื่อเคาะล้อมเสียง ขาส้อมเสียงจะสั่น หรือเมื่อเปิดวิทยุ ลำโพงของวิทยุจะสั่น การสั่นเหล่านี้สังเกต ได้จากการใช้มือสัมผัส



ภาพที่ 4 พลังงานจากการสั่นจะแผ่ออกไปจากแหล่งกำเนิด  
ที่มา <http://www.neutron.mutphysics.com/news/index.php>

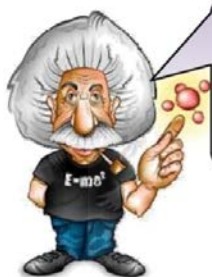
พลังงานจากการสั่นจะแผ่ออกไปจากแหล่งกำเนิด เช่น เมื่อเคาะส้อมเสียง แล้วจุ่มขา  
หนึ่งของส้อมเสียงลงในน้ำ พลังงานจากการสั่นของล้อมเสียงจะส่งผ่านน้ำแผ่ออกไปทุก  
ทิศทางมองเห็นผิวน้ำกระเพื่อมเป็นวงกลม

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ในอากาศพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง จะแผ่  
ออกไปทุกทิศทางเป็นวงกลม ดังนั้น เราจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเสมอ ไม่ว่าจะอยู่  
ด้านหน้า ด้านหลัง สูงหรือต่ำกว่า แหล่งกำเนิดเสียงก็ตาม



ภาพที่ 5 เราได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง  
ที่มา [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=70443](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=70443)

พลังงานเสียงจากต้นกำเนิดเสียง เมื่อแผ่มาถึงผู้ฟังโดยอาศัยการถ่ายโอน พลังงาน การสั่น จากตัวกำเนิดเสียงผ่านอากาศมายังหูผู้ฟัง แต่ถ้าไม่มีอากาศเป็นตัวกลางรับถ่ายโอน พลังงาน เราจะ ไม่ได้ยินเสียงเลย แสดงว่า **เสียงจากแหล่งกำเนิด เสียงต้องอาศัยตัวกลาง ในการถ่ายโอนพลังงานการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงนั้นไป ยังที่ต่าง ๆ**



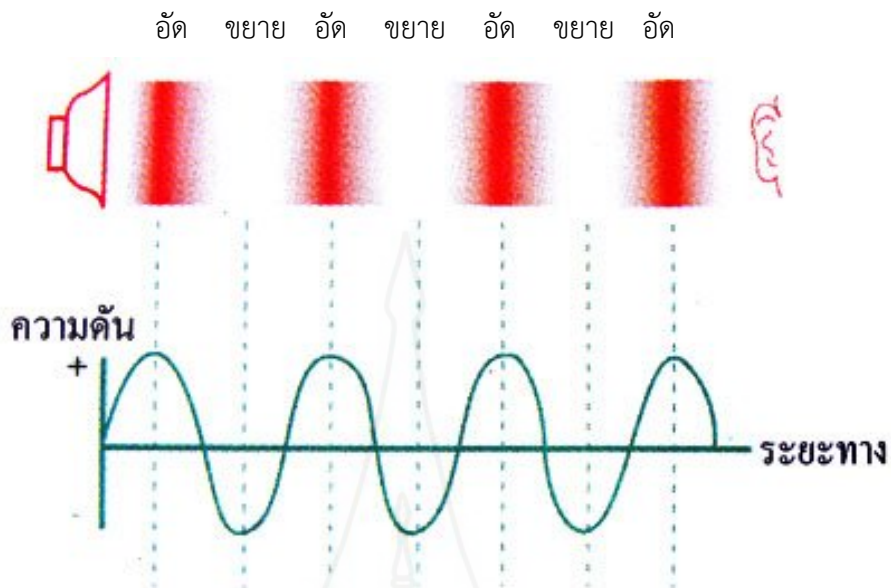
การที่เราได้ยินเสียงนั้น มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ แหล่งกำเนิดเสียง ตัวกลางของเสียง และ อวัยวะรับเสียง นะคะ!!



ถ้าแหล่งกำเนิดสั่นอยู่ในบริเวณที่เป็นสุญญากาศจะไม่มีเสียงเกิดขึ้น เพราะในบริเวณนั้นไม่มี โมเลกุลของตัวกลางที่จะอัดหรือขยาย เสียงจึงแผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดไม่ได้ เสียงเคลื่อนที่ได้ เร็วในตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูง ดังนั้น เสียงจึงเคลื่อนที่ได้เร็วในตัวกลางที่เป็นของแข็งและมี อัตราเร็วลดลงในของเหลวและก๊าซตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการเกิดคลื่นเสียงมี 3องค์ประกอบ คือ แหล่งกำเนิดคลื่นเสียงตัวกลาง และผู้รับคลื่นเสียง ถ้าขาดสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะ ไม่ได้ยินเสียงทันที

ความดันอากาศในบริเวณที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน เรียกว่า **ความดันเสียง** ณ เวลาหนึ่ง โมเลกุลของ อากาศในบางบริเวณจะอยู่ใกล้ชิดกันมาก ทำให้มีความหนาแน่นและความดัน สูงกว่าปกติ บริเวณนี้เรียกว่า **ส่วนอัด** โมเลกุลที่อยู่ตรงกลางไม่มีการเคลื่อนที่ เพราะถูกโมเลกุลที่อยู่ทางซ้าย และส่วนที่อยู่ทางขวาอัดเข้ามาการกระจัดของโมเลกุลตรงกลางจึงเป็นศูนย์แต่ในบางบริเวณ โมเลกุลของอากาศอยู่ห่างกันมากจึงมีความหนาแน่นและความดันต่ำ กว่าปกติ บริเวณนี้เรียกว่า **ส่วนขยาย** โมเลกุลที่อยู่ตรงกลางไม่มีการเคลื่อนที่เช่นกัน การกระจัดจึงเป็นศูนย์การ เปลี่ยนแปลงของความดัน เสียงกับระยะทางมีลักษณะเป็นรูปคลื่นไซน์ (sine wave) ดังรูป





รูปที่1.6 แสดงความดันของอากาศ ขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน  
(ที่มา :[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=75593](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75593))

โดยระยะห่างระหว่างช่วงอัดถึงช่วงอัดถัดไป เรียกว่า ความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) ซึ่งจะเท่ากับระยะห่างระหว่างช่วงขยายที่อยู่ถัดกันด้วย

### สรุปธรรมชาติของเสียง

- เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ เสียงจะดังมากเมื่อวัตถุเกิดการสั่นมาก และเบาลงเมื่อสั่นน้อยลง
- เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง เช่น สายกีตาร์ ฆ้องกลอง ฯลฯ ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานของการสั่นจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นไปยังที่ต่างๆ เช่น เสียงจากการตีสายกีตาร์ ถ่ายโอนพลังงานของการสั่นให้โมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ แล้วถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของอากาศที่อยู่ถัดไปต่อกันมาเป็นช่วงๆ จนถึงหูผู้ฟัง ดังรูป

### อัตราเร็วของคลื่นเสียง

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นกลซึ่งต้องใช้ตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงานเสียงดังนั้นอัตราเร็วของเสียงจึงไม่คงที่ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางและสมบัติของตัวกลาง ได้แก่ ความหนาแน่นความยืดหยุ่นของตัวกลางและอุณหภูมิของตัวกลางนั้น เป็นต้น

ตารางที่ 1.1 แสดงอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางชนิดต่างๆที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตัวกลาง	อัตราเร็ว (เมตรต่อวินาที)
อากาศ	346
ไฮโดรเจน	1,339
ปรอท	1,450
น้ำ	1,498
น้ำทะเล	1,531
แก้ว	4,540
อะลูมิเนียม	5,000
เหล็ก	5,200

### การหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงลักษณะต่าง ๆ

1. เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น ดังนั้นการหาอัตราเร็วของเสียงจึงเหมือนคลื่นคือ

$$V = f\lambda \quad \text{หรือ} \quad V = \frac{\lambda}{t}$$

เมื่อ	$\lambda$	คือ	ความยาวคลื่นเสียง (m)
	f	คือ	ความถี่คลื่นเสียง (Hz)
	T	คือ	คาบการเคลื่อนที่ของเสียง (s)
	V	คือ	อัตราเร็วของคลื่นเสียง (m/s)

2. เนื่องจากเสียงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ดังนั้น

$$v = f\lambda = \frac{S}{t}$$

เมื่อ	S	คือ	ระยะทางที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ได้ (m)
	t	คือ	เวลาที่คลื่นเสียงใช้ในการเคลื่อนที่ (s)
	v	คือ	อัตราเร็วของคลื่นเสียง (m/s)

3. อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่างๆ

#### 3.1 อัตราเร็วของเสียงในของแข็ง

$$v = \sqrt{\frac{y}{\rho}}$$

เมื่อ	$\rho$	คือ	มอดูลัสความยืดหยุ่นของวัตถุ ( $\text{N/m}^2$ )
	P	คือ	ความหนาแน่นของวัตถุ ( $\text{kg/m}^3$ )
	v	คือ	อัตราเร็วของคลื่นเสียงในของแข็ง (m/s)

ในขณะที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านก๊าซจะทำให้ก๊าซมีการอัดและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วจนถึงได้ว่าไม่มีการรับหรือสูญเสียพลังงานความร้อนได้ความสัมพันธ์ว่า

$$P_y \quad \text{คือค่าคงตัว} \dots \dots \dots (1)$$

เมื่อ  $y$  คือค่าคงตัวสำหรับก๊าซชนิดหนึ่ง

จากความหมายของมอดูลัสความยืดหยุ่นของก๊าซ (B) มีค่าเป็น

$$B = \gamma p \dots \dots \dots (2)$$

นั่นคืออัตราเร็วของเสียงในก๊าซ  $v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} \dots \dots \dots (3)$

จากการศึกษาสมบัติของก๊าซอุดมคติพบว่า

$$Pv = nRT$$

เมื่อ  $n$  คือจำนวนโมลของก๊าซถ้า  $m$  เป็นมวลของก๊าซทั้งหมดใน  $n$  โมล

และ  $M$  เป็นมวลของก๊าซ 1 โมลจึงได้ว่า

$$N = \frac{m}{M}$$

ดังนั้น  $Pv = \frac{m}{M} RT$

$$P = \frac{mRT}{vM}$$

$$P = \frac{pRT}{M} \dots \dots \dots (4)$$

จากสมการ (3) และ (4) จะได้ว่า

$$v = \sqrt{\frac{\gamma pRT}{pM}}$$

ดังนั้น  $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \dots \dots \dots (5)$

เมื่อ  $R$  คือ ค่านิจของก๊าซมีค่า 8.31 J/mol. K

$T$  คือ อุณหภูมิในหน่วยของศาสม์บูรณ์ (K)

$M$  คือ มวลของก๊าซใน 1 โมล

$\gamma$  คือ ค่าคงตัวสำหรับก๊าซหนึ่ง

$v$  คือ อัตราเร็วของเสียงในก๊าซ (m/s)

3.2 อัตราเร็วของเสียงในอากาศ(ในอากาศอัตราเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ) โดย

$v \propto \sqrt{T}$       จะได้ว่า

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

แต่เราสามารถวิเคราะห์ในหน่วยของศาเซลเซียสโดยอาศัยการประมาณค่าพบว่า  
อัตราเร็วของเสียงในอากาศ

ที่อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  เสียงจะมีอัตราเร็วประมาณ 331 m/s

ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น  $1^{\circ}\text{C}$  อัตราเร็วเสียงจะเพิ่มขึ้น 0.6 m/s

จะได้ว่า  $V = 331 + 0.6 (t)$

เมื่อ  $v_t$  แทน อัตราเร็วของเสียงในอากาศ  
ที่อุณหภูมิ  $t$  ใดๆ (m/s)

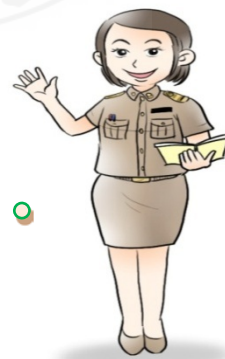
$t$  แทน อุณหภูมิของอากาศ  
(องศาเซลเซียส)

แต่ถ้าอุณหภูมิของอากาศมีค่าตั้งแต่  $45^{\circ}\text{C}$  ขึ้นไปต้องใช้สมการเดิมคือ

$v \propto \sqrt{T}$       จะได้

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

ไม่ยากใช่ไหมคะ  
ไปถ้อย่างนั้นไปศึกษา  
ตัวอย่างกันคะนักเรียน



## ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาแบบฝึกทักษะการคำนวณ

### เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



1. อ่านสถานการณ์และเขียนรูป ตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
2. พิจารณาว่า สถานการณ์กำหนดให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น
3. วิเคราะห์ว่า ต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา



4. เลือกสมการที่สัมพันธ์กับสิ่งที่สถานการณ์ให้หาหรือกำหนดเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

#### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา



5. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

#### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ



6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์





**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาความยาวของคลื่นเสียง

จากสมการ	$v$	$=$	$f\lambda$
แทนค่า	1,500	$=$	2,000 ( $\lambda$ )
	$\lambda$	$=$	$\frac{1500}{2000}$
จะได้	$\lambda$	$=$	0.75
ดังนั้น	$\lambda$	$=$	0.75 m

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือ ความยาวคลื่นเสียง ( $\lambda$ )  $=$  0.75 m

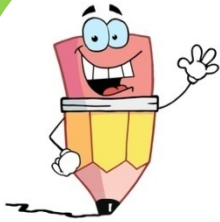
ตรวจคำตอบจากสมการ  $v$   $=$   $f\lambda$

เมื่อ  $\lambda$   $=$  0.75 m

จะได้ 1,500  $=$  2,000 (0.75)

ดังนั้น 1,500  $=$  1,500

ตอบ เสียงมีความยาวคลื่น 0.75 เมตร



### ตัวอย่างที่ 2

นุซร้องเพลงด้วยความถี่ 200 เฮิรตซ์ และอากาศบริเวณนั้นมี อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จงหาความยาวคลื่นเสียงที่น้องปอร้อง

#### วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
2. พิจารณาส่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์

เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์

ความถี่ของเสียง

$$f = 200 \text{ Hz}$$

อุณหภูมิอากาศ

$$t = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3. วิเคราะห์สิ่งที่ให้หา คือ  $\lambda = ?$

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

4. สมการ หาความเข้มเสียง จาก  $v = f\lambda$

แต่ยังไม่ทราบค่าอัตราเร็วของเสียง ( $v$ ) ดังนั้น ต้องหาค่า  $v$  ก่อน

โดยหา  $v$  จากสมการ  $v = 331 + 0.6 (t)$

เมื่อได้ค่า  $v$  แล้วจึงนำมาหาค่า  $\lambda$

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วของคลื่นเสียง

จากสมการ	$v$	$=$	$331 + 0.6 (t)$
แทนค่า	$v$	$=$	$331 + 0.6 (25)$
จะได้	$v$	$=$	$331 + 15$
∴	$v$	$=$	$346 \text{ m/s}$

หาความยาวของคลื่นเสียง

จากสมการ	$v$	$=$	$f\lambda$
เมื่อ	$v$	$=$	$346 \text{ m/s}$
แทนค่า	$346$	$=$	$200(\lambda)$
จะได้	$\lambda$	$=$	$\frac{346}{200}$
ดังนั้น	$\lambda$	$=$	$1.73 \text{ m}$

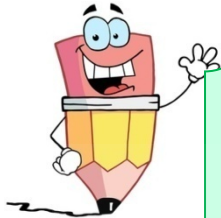
**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือความยาวคลื่นเสียง ( $\lambda$ ) = 1.73 m

ตรวจสอบคำตอบจากสมการ	$v$	$=$	$f\lambda$
เมื่อ	$\lambda$	$=$	$1.73 \text{ m}$
จะได้	$346$	$=$	$200(1.73)$
ดังนั้น	$346$	$=$	$346$

ตอบ เสียงมีความยาวคลื่น 1.73 เมตร



### ตัวอย่างที่ 3

ถ้าอัตราเร็วเสียงในก๊าซหนึ่งที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส วัดได้ 350 เมตรต่อวินาที ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไปเป็น 327 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงในก๊าซจะเป็นเท่าใด

วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์

เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์

อัตราเร็วเสียงครั้งแรก  $v_1 = 200 \text{ Hz}$

อุณหภูมิครั้งแรก  $t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

อุณหภูมิครั้งหลัง  $T_2 = 327 \text{ }^\circ\text{C}$

- วิเคราะห์สิ่งที่ให้หา คือ อัตราเร็วเสียงครั้งที่สอง ( $v_2$ ) = ?

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการหาอัตราเร็วเสียงจาก

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

4. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วเสียงครั้งหลัง

จากสมการ	$\frac{v_1}{v_2}$	=	$\frac{T_1}{T_2}$	
แทนค่า	$\frac{350}{v_2}$	=	$\frac{\sqrt{327 + 273}}{\sqrt{27 + 273}}$	
จะได้	$\frac{v_2}{350}$	=	$\sqrt{\frac{600}{300}}$	
	$\frac{v_2}{350}$	=	$\sqrt{2}$	
ดังนั้น	$v_2$	=	495 m/s	

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

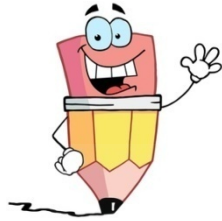
ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคืออัตราเร็วของเสียงในก๊าซนั้นจะเป็น ( $v_2$ ) = 495 m/s

ตรวจสอบคำตอบจากสมการ	$\frac{v_1}{v_2}$	=	$\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$	
เมื่อ $v_2 = 495$ m/s				
จะได้	$\frac{350}{495}$	=	$\frac{600}{300}$	
	1.414	=	$\sqrt{2}$	
ดังนั้น	1.414	=	1.414	

**ตอบ** อัตราเร็วของเสียงในก๊าซนั้นจะเป็น 495 เมตรต่อวินาที





#### ตัวอย่างที่ 4

อากาศมีค่าคงที่ 1.40 มีความหนาแน่น 1.29 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ เมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่าน จะมีอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ค่าคงที่ของอากาศ	$\gamma = 1.40$
ความหนาแน่น	$\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$
ความดัน	$P = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ
- วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ
- อัตราเร็วเสียงในอากาศ ( $v$ ) = ?

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการหาอัตราเร็วเสียงในอากาศจาก

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วเสียงในอากาศ

จากสมการ	$v$	$=$	$\sqrt{\frac{\mathcal{P}}{\rho}}$
แทนค่า $v$	$=$	$=$	$\sqrt{\frac{1.40 \times 1.013 \times 10^5}{1.29}}$
จะได้	$v$	$=$	$1.1 \times 10^2$
	$v$	$=$	$10^2 \sqrt{1.1}$
ดังนั้น	$v$	$=$	331.66 m/s

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคืออัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น ( $v$ ) 331.66 m/s

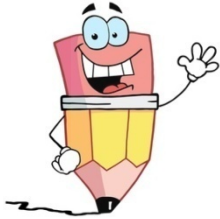
ตรวจคำตอบจากสมการ	$v$	$=$	$\sqrt{\frac{\mathcal{P}}{\rho}}$
เมื่อ	$v$	$=$	331.66 m/s
จะได้	331.66	$=$	$10^2 \sqrt{1.1}$
ดังนั้น	331.66	$=$	331.66

ตอบ อัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 331.66 เมตรต่อวินาที



มาทำแบบฝึกหัดกันต่อเลยนะคะ

## แบบฝึกทักษะการคำนวณ เรื่อง อัตราเร็วของเสียง



### แบบฝึกทักษะที่ 1

แหล่งกำเนิดคลื่นเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 698 เฮิร์ตซ์  
วางในอากาศที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อยากทราบว่าคลื่นเสียง  
ที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้ มีความยาวคลื่นเท่าใด

วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์

- วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ

.....

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการ คือ

.....

**ขั้นที่3ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ขั้นที่ 4ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือ

.....

.....

.....

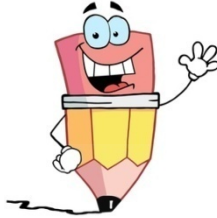
.....

.....

.....

.....

.....



### แบบฝึกทักษะที่ 2

ส่วนอัดกับส่วนอัดที่ติดกันของคลื่นเสียงในอากาศวัดได้ 0.1 เมตร และแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 352 เฮิรตซ์ อยากทราบว่า อุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นเป็นเท่าใด

วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
2. พิจารณาส่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์

3. วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ

.....

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

4. สมการ คือ

.....

.....

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือ

.....

.....

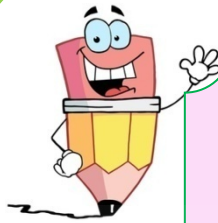
.....

.....

.....

.....

.....



### แบบฝึกทักษะที่ 3

ขณะที่อุณหภูมิของอากาศ 0 องศาเซลเซียส คลื่นเสียงมีความถี่ 160 เฮิรตซ์ ความยาวคลื่น 2 เมตร ถ้าอุณหภูมิเป็น 273 องศาเซลเซียส คลื่นเสียงจะมีความเร็วเท่าใด

วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
2. พิจารณาส่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์

3. วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ

.....

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

4. สมการ คือ

.....

.....



### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือ

.....

.....

.....

.....

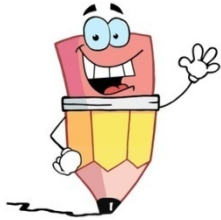
.....

.....

.....



ไปทำข้อสุดท้ายกันเลย.....



#### แบบฝึกทักษะที่ 4

ท่อเหล็กมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น  $2 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร และมีความหนาแน่น  $8.0 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาอัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็กนี้

วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์

- วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ

.....

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการ คือ

.....

.....

### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ทำถูกกันไหมเอ่ย....

ตรวจคำตอบแล้ว

แล้วอย่าลืมบันทึกคะแนนนะคะ



แบบทดสอบหลังเรียน  
ชุดที่ 1 เรื่องอัตราเร็วของเสียง

แบบทดสอบทางการเรียนหลังเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

ชุดที่ 1 อัตราเร็วของเสียง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับอักษร 1, 2, 3 หรือ 4 ที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

- 
1. น้ำมีค่ามอดูลัส  $2.0 \times 10^9$  นิวตัน/ตารางเมตรและมีความหนาแน่น  $10^3$  กิโลกรัม/ลบ.ม จงหาอัตราเร็วของเสียงในน้ำมีค่ากี่เมตร/วินาที
    1.  $1.3 \times 10^3$  เมตร/วินาที
    2.  $1.4 \times 10^3$  เมตร/วินาที
    3.  $1.5 \times 10^3$  เมตร/วินาที
    4.  $1.6 \times 10^3$  เมตร/วินาที
  2. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 เฮิรตซ์วางในอากาศที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสอยากรทราบว่าการเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้ จะมีความยาวคลื่นเท่าไร
    1. 0.6 เมตร
    2. 0.4 เมตร
    3. 0.2 เมตร
    4. 0.1 เมตร

3. ส่วนอัดกับส่วนอัดที่ติดกันของคลื่นเสียงในอากาศวัดได้ 0.5 เมตรและแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 712 เฮิรตซ์ อยากทราบว่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นเป็นเท่าใด
1. 40.5 องศาเซลเซียส
  2. 41.7 องศาเซลเซียส
  3. 42.0 องศาเซลเซียส
  4. 44.2 องศาเซลเซียส
4. ถ้าเห็นฟ้าแลบและได้ยินเสียงฟ้าร้องในเวลา 5 วินาที ต่อมา จงหาตำแหน่งที่ฟ้าแลบอยู่ไกลเท่าไร เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 เมตร/วินาที
1. 1,200 เมตร
  2. 1,300 เมตร
  3. 1,500 เมตร
  4. 1,700 เมตร
5. จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสและ 40 องศาเซลเซียส
1. 352, 355 เมตรต่อวินาที
  2. 356, 354 เมตรต่อวินาที
  3. 350, 349 เมตรต่อวินาที
  4. 346, 349 เมตรต่อวินาที
6. ถ้าอัตราเร็วเสียงในก๊าซที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส วัดได้ 350 เมตร/วินาที ถ้าอุณหภูมิ เปลี่ยนเป็น 327 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงในก๊าซจะเป็นเท่าไร
1. 476 เมตร/วินาที
  2. 487 เมตร/วินาที
  3. 490 เมตร/วินาที
  4. 495 เมตร/วินาที
7. จากการทดลองพบว่าอัตราเร็วเสียงในบรรยากาศ ที่อุณหภูมิ 20 และ 35 องศาเซลเซียส เป็น 343 และ 352 เมตร/วินาที ตามลำดับ ถ้าอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงจะเป็นเท่าใด
1. 331 เมตร/วินาที
  2. 343 เมตร/วินาที
  3. 352 เมตร/วินาที
  4. 355 เมตร/วินาที

8. แหล่งกำเนิดคลื่นเสียงสั้นด้วยความถี่ 170 เฮิรตซ์ ปล่อยเสียงออกไปในอากาศที่มีอัตราเร็ว 340 เมตร/วินาที จงหาระยะห่างระหว่างส่วนอัดกับส่วนขยายที่อยู่ใกล้กันที่สุด

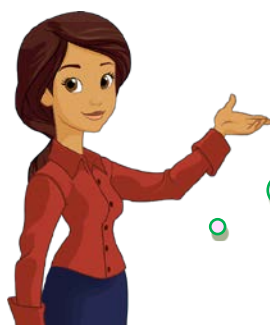
1. 1 เมตร
2. 2 เมตร
3. 3 เมตร
4. 4 เมตร

9. จงหาอัตราส่วนของอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 92 องศาเซลเซียสต่อ 27 องศาเซลเซียส มีค่าเป็นเท่าใด

1.  $\sqrt{2}$
2. 2
3. 4
4. 8

10. เมื่อเคาะท่อเหล็กยาว 1 ครั้ง ที่ปลายข้างหนึ่ง ปรากฏว่าผู้ฟังซึ่งอยู่ที่ปลายอีกข้างหนึ่งของท่อเหล็กจะได้ยินเสียงเคาะ 2 ครั้ง หลังจากเคาะแล้วเป็นเวลา 0.2 วินาที และ 3 วินาที ตามลำดับ ถ้าขณะเคาะท่อเหล็ก อากาศมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จงหาความยาวของท่อเหล็ก

1. 1,000 เมตร
2. 1,038 เมตร
3. 1,100 เมตร
4. 1,170 เมตร



ทำแบบทดสอบหลังเรียนเสร็จแล้ว  
ตรวจคำตอบกันเลยคะ  
แล้วอย่าลืมบันทึกคะแนนนะคะ/ นะครับ

กระดาษคำตอบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์ เรื่องเสียง  
ชุดที่ 1 เรื่องอัตราเร็วคลื่นเสียง

ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

ทดสอบก่อนเรียน					ทดสอบหลังเรียน					
ข้อที่	ก	ข	ค	ง	ข้อที่	ก	ข	ค	ง	
1					1					
2					2					
3					3					
4					4					
5					5					
6					6					
7					7					
8					8					
9					9					
10					10					
รวมคะแนนที่ได้						รวมคะแนนที่ได้				



### ตารางบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะการคำนวณทางพีลิกส์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะการคำนวณแก้โจทย์ปัญหา  
กรอกลงในตาราง

แบบฝึกทักษะที่	รายการ	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ ได้
1	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์	1	
	กำหนดสูตรที่เลือกใช้	1	
	การแทนค่าและคิดคำนวณ	2	
	คำตอบ	1	
	รวม	5	
2	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์	1	
	กำหนดสูตรที่เลือกใช้	1	
	การแทนค่าและคิดคำนวณ	2	
	คำตอบ	1	
	รวม	5	
2	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์	1	
	กำหนดสูตรที่เลือกใช้	1	
	การแทนค่าและคิดคำนวณ	2	
	คำตอบ	1	
	รวม	5	
4	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์	1	
	กำหนดสูตรที่เลือกใช้	1	
	การแทนค่าและคิดคำนวณ	2	
	คำตอบ	1	
	รวม	5	
รวมคะแนน		20	

### เกณฑ์การให้คะแนนในแบบฝึกทักษะการคำนวณทางฟิสิกส์

ขั้นตอนกระบวนการ แก้โจทย์ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	1	เปลี่ยนปริมาณเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้องชัดเจน ทุกข้อ
	0.5	เปลี่ยนปริมาณเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้องไม่ครบ ทุกข้อ
	0	ไม่ตอบหรือเปลี่ยนปริมาณเป็นสัญลักษณ์ไม่ ถูกต้องเลย
ขั้นที่ 2 วางแผนการปัญหา	1	กำหนดสูตรที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง
	0	กำหนดสูตรที่เลือกใช้ไม่ถูกต้องเลย
ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา	2	แทนค่าในสูตรและคิดคำนวณเป็นไปตามลำดับ ชั้นได้ถูกต้อง
	1	แทนค่าในสูตรได้ถูกต้องแต่คิดคำนวณไม่เป็นไป ตามลำดับชั้นที่ถูกต้อง
	0	ไม่ตอบหรือแทนค่าในสูตรผิดและคิดคำนวณไม่ เป็นไปตามลำดับชั้นที่ถูกต้องเลย
ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ	1	คำตอบและหน่วยถูกต้องชัดเจน
	0.5	คำตอบและหน่วยถูกต้องบางส่วน
	0	คำตอบและหน่วยถูกต้องเลย

**คำชี้แจงการให้คะแนน**

1. ในการทำแบบฝึกทักษะการการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาจะมีตารางให้คะแนนให้นักเรียนกรอกด้วยตนเอง
2. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาเสร็จแล้วให้นักเรียนประเมินคะแนนให้กับตนเองแล้วกรอกคะแนนในแต่ละรายการลงในตารางการให้คะแนน



แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
จากแบบฝึกทักษะการคำนวณ  
ชุดที่ 1 เรื่องอัตราเร็วของเสียง

คำชี้แจง นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียนและแบบฝึกทักษะการคำนวณแก้ไขโจทย์ปัญหามากรอกลงในตาราง

1. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ก่อนเรียน	10	
หลังเรียน	10	
ผลการพัฒนา		

หมายเหตุ ผลการพัฒนา = (คะแนนหลังเรียน - คะแนนก่อนเรียน) × 100 คะแนนเต็ม

2. แบบฝึกทักษะการคำนวณแก้ไขโจทย์ปัญหา

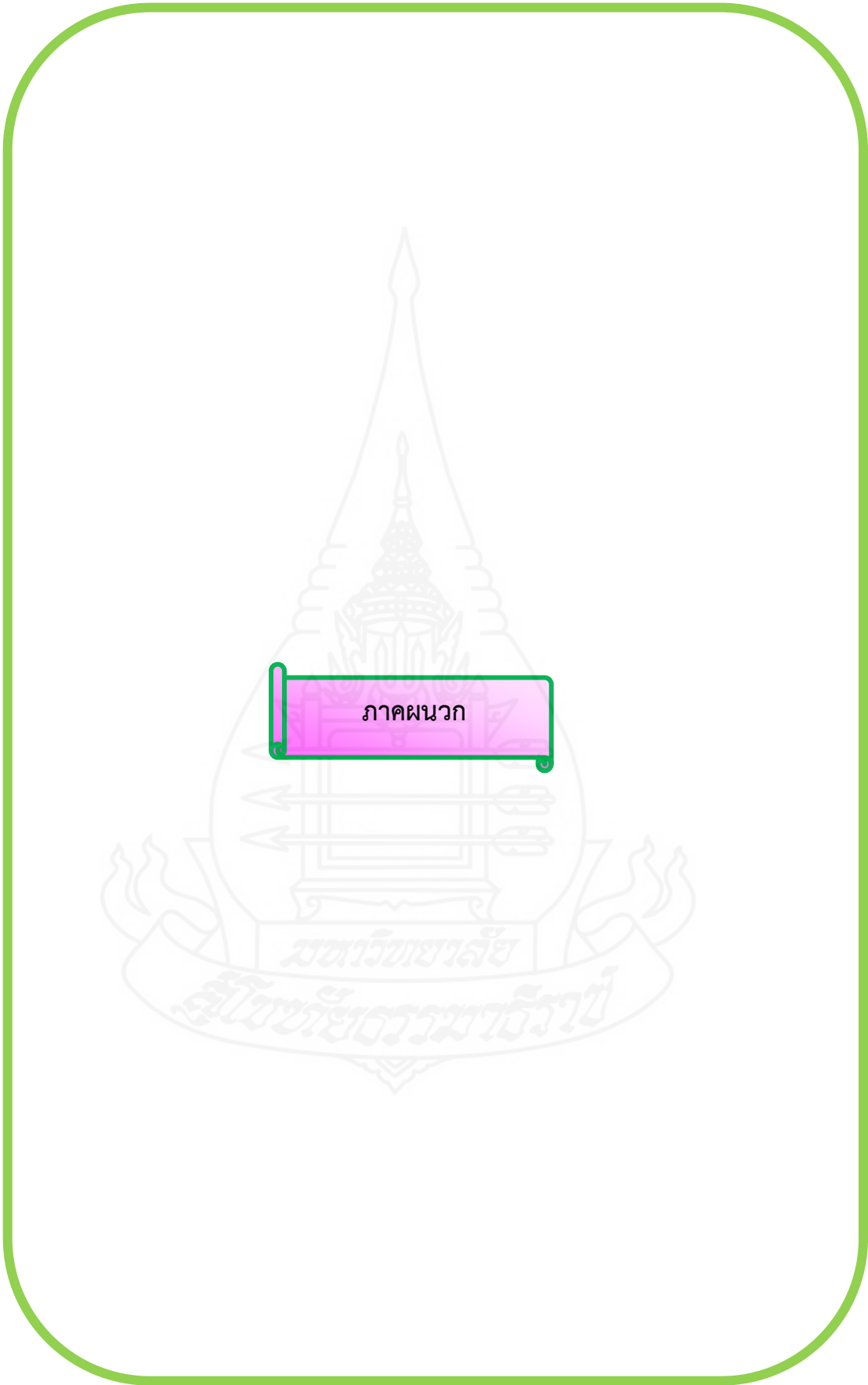
แบบฝึกทักษะข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	5	
2	5	
3	5	
4	5	
รวม	20	
ค่าเฉลี่ย		
ร้อยละ		

แบบบันทึกคะแนนจากการเรียน  
ชุดฝึกทักษะการคำนวณทางฟิลิกส์เรื่องเสียง  
ชุดที่ 1 เรื่องอัตราเร็วเสียง

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ก่อนเรียน 10 คะแนน	คะแนนเต็ม แบบฝึกทักษะ 20	รวม 20 คะแนน	หลังเรียน 10 คะแนน
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

### บรรณานุกรม

- จิรัชย์ เสริมภักดีกุล และจิรเดช เสริมภักดีกุล. (ม.ป.ป.). *วิชาเทพฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 4 แสงเสียงแสงกับทัศนอุปกรณ์*. กรุงเทพฯ: SCIENCE CENTER.
- ณสรรงค์ ผลโภค.(2543). *ฟิสิกส์แผนใหม่ 4-5-6 ฉบับเตรียมสอบเอ็นทรานซ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: SCIENCE CENTER.
- นิรันดร์ สุวรรรัตน์. (2553). *ฟิสิกส์แสงเสียงและแสงกับทัศนอุปกรณ์*. กรุงเทพฯ: ธนัทซ์การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 3*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เว็บไซต์การเคลื่อนที่ของเสียง. (2555).  
<[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=75593](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75593)>.
- ธรรมชาติของเสียง. (2555). <<http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/gfda.html>>.
- ธรรมชาติของเสียง. (2555).  
<[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=75588](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75588)>.
- ธรรมชาติของคลื่นเสียงและอัตราเร็วของคลื่นเสียง. (2555).  
<<https://www.sites.google.com/site/karsxfisiks/>>.
- เสียง. (2556).  
<[http://km.pccpl.ac.th/files/1205091111050695\\_13031615150236.pdf/](http://km.pccpl.ac.th/files/1205091111050695_13031615150236.pdf/)>.



ภาคผนวก



เฉลยแบบฝึกทักษะการคำนวณ  
ชุดที่ 1 เรื่องอัตราเร็วของเสียง

แบบฝึกทักษะที่ 1

แหล่งกำเนิดคลื่นเสียงอันหนึ่งส่งด้วยความถี่ 698 เฮิรตซ์ วางในอากาศที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสอยากรบว่าคลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความถี่คลื่นเสียง	$f = 698 \text{ Hz}$
ความถี่คลื่นเสียง	$t = 30^{\circ}\text{C}$

- วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ  $\lambda = ?$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการหาความยาวคลื่นเสียงจาก  $v = f \lambda$   
แต่ยังไม่ทราบค่าอัตราเร็วของเสียง ( $v$ ) ดังนั้นต้องหาค่า  $v$  ก่อน  
โดยหา  $v$  ได้จากสมการ  $v = 331 + 0.6 t$   
เมื่อได้ค่า  $v$  แล้วจึงนำมาหาค่า  $\lambda$

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วของคลื่นเสียง

จากสมการ	$v$	=	$331 + 0.6 t$
แทนค่า	$v$	=	$331 + 0.6 (30)$
จะได้	$v$	=	$331 + 18$
$\therefore$	$v$	=	$349 \text{ m/s}$

หาความยาวของคลื่นเสียง

จากสมการ	$v$	=	$f \lambda$
เมื่อ	$v$	=	$349 \text{ m/s}$
แทนค่า	$349$	=	$698 (\lambda)$
จะได้	$\lambda$	=	$\frac{349}{698}$
ดังนั้น	$\lambda$	=	$0.5 \text{ m}$

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคือเสียงมีความยาวคลื่น  $(\lambda) = 0.5 \text{ m}$

ตรวจสอบคำตอบจากสมการ	$v$	=	$f \lambda$
เมื่อ	$\lambda$	=	$0.5 \text{ m}$
จะได้	$349$	=	$698 (0.5)$
ดังนั้น	$349$	=	$349$

ตอบ เสียงมีความยาวคลื่นเป็น 0.5 เมตร

### เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 2

ส่วนอัดกับส่วนอัดที่ติดกันของคลื่นเสียงในอากาศวัดได้ 0.5 เมตร และแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 698 เฮิรตซ์อยากทราบว่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นเป็นเท่าใด

#### วิธีทำ

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
2. พิจารณาส่ิงที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความยาวคลื่นเสียง	$\lambda = 0.1 \text{ m}$
ความถี่คลื่นเสียง	$f = 352 \text{ Hz}$

3. วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ      หาอัตราเร็วของคลื่นเสียง( $v$ )=?

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาคือ

4. สมการหาอุณหภูมิของอากาศจาก  $v = 331 + 0.6 t$   
แต่ยังไม่ทราบค่าอัตราเร็วของเสียง ( $v$ ) ดังนั้นต้องหาค่า  $v$  ก่อน  
โดยหา  $v$  ได้จากสมการ  $v = f \lambda$   
เมื่อได้ค่า  $v$  แล้วจึงนำไปหาค่า  $t$

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วของคลื่นเสียง

จากสมการ	$v$	=	$f\lambda$
แทนค่า	$v$	=	$352 (0.1)$
$\therefore$	$v$	=	$352 \text{ m/s}$

หาอุณหภูมิของอากาศ

จากสมการ	$v$	=	$331 + 0.6 t$
เมื่อ	$v$	=	$352 \text{ m/s}$
แทนค่า	$352$	=	$331 + 0.6 (t)$
จะได้	$352$	=	$331 + 0.6 (t)$
	$352 - 331$	=	$0.6 (t)$
	$21$	=	$0.6 (t)$
	$0.6$		
	$21$	=	$t$
ดังนั้น	$t$	=	$35^{\circ}\text{C}$

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ**

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคืออุณหภูมิของอากาศ ( $t$ ) =  $35^{\circ}\text{C}$

ตรวจคำตอบจากสมการ	$v$	=	$331 + 0.6 t$
เมื่อ	$t$	=	$35^{\circ}\text{C}$
จะได้	$352$	=	$331 + 0.6(35)$
	$352$	=	$331 + 21$
ดังนั้น	$352$	=	$352$

ตอบ อุณหภูมิของอากาศเป็น  $35$  องศาเซลเซียส

**เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 3**

ขณะที่อุณหภูมิของอากาศ 0 องศาเซลเซียสคลื่นเสียงมีความถี่ 160 เฮิร์ตซ์ความยาวคลื่น 2 เมตรถ้าอุณหภูมิเป็น 273 องศาเซลเซียสคลื่นเสียงจะมีความเร็วเท่าใด

**วิธีทำ****ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา**

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความถี่คลื่นเสียง	$f = 160 \text{ Hz}$
ความยาวคลื่นเสียง	$\lambda = 2 \text{ m}$
อุณหภูมิครั้งแรก	$T_1 = 0^\circ\text{C}$
อุณหภูมิครั้งที่สอง	$T_2 = 273^\circ\text{C}$

- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์คือ  
หาอัตราเร็วของเสียงครั้งหลัง ( $v_2 = ?$ )

**ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา**

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการหาอัตราเร็วเสียงจาก

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วของเสียงครั้งหลัง

$$\begin{array}{lcl}
 \text{จากสมการ} & \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} & \\
 & \frac{v_2}{f\lambda} & = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \\
 \text{แทนค่า} & \frac{v_2}{160 \times 2} & = \sqrt{\frac{273 \times 273}{0 \times 273}} \\
 \text{จะได้} & \frac{v_2}{320} & = \sqrt{\frac{546}{273}} \\
 & \frac{v_2}{320} & = \sqrt{2} \\
 \text{ดังนั้น} & v_2 & = 320\sqrt{2} \\
 & v_2 & = 452.5 \text{ m/s}
 \end{array}$$

### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคืออัตราเร็วของเสียงในก๊าซนั้นจะเป็น  $(v_2) = 452.5 \text{ m/s}$

$$\begin{array}{lcl}
 \text{ตรวจคำตอบจากสมการ} & \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} & \\
 \text{เมื่อ} & v_2 & = 452.5 \text{ m/s} \\
 \text{จะได้} & \frac{452.5}{320} & = \sqrt{\frac{546}{273}} \\
 & 1.414 & = \sqrt{2} \\
 \text{ดังนั้น} & 1.414 & = 1.414
 \end{array}$$

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในก๊าซนั้นเป็น 452.5 เมตรต่อวินาที

**แบบฝึกทักษะที่ 4**

ท่อเหล็กมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น  $2 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตรและมีความหนาแน่น  $8.0 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจงหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงในท่อเหล็กนี้

**วิธีทำ****ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา**

- เขียนรูปตามสถานการณ์ (ถ้ามี)
- พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้แล้วเขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ คือ

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
มอดูลัสความยืดหยุ่นของเหล็ก	$Y = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$
ความหนาแน่นของเหล็ก	$p = 8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

- วิเคราะห์สิ่งที่ให้หาคือ  
อัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็ก ( $v$ ) = ?

**ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา**

วิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

- สมการหาอัตราเร็วเสียงในท่อเหล็กจาก

$$v = \sqrt{\frac{Y}{P}}$$



### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

5. ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

หาอัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็ก

จากสมการ	v	=	$\sqrt{\frac{Y}{P}}$
แทนค่า	v	=	$\sqrt{\frac{2 \times 10^{11}}{8 \times 10^3}}$
จะได้	v	=	$\sqrt{\frac{0.25 \times 10^8}{0.25 \times 10^8}}$
	v	=	$0.5 \times 10^2$
ดังนั้น	v	=	$5 \times 10^3 \text{ m/s}$

### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

ตอบคำถามทวนสถานการณ์

6. คำตอบคืออัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็ก (v) =  $5 \times 10^3 \text{ m/s}$

ตรวจสอบ	จากสมการ	v	=	$\sqrt{\frac{Y}{P}}$
		เมื่อ	=	$5 \times 10^3 \text{ m/s}$
		จะได้	$5 \times 10^3 =$	$\sqrt{\frac{2 \times 10^{11}}{8 \times 10^3}}$
			$5 \times 10^3 =$	$\sqrt{0.25 \times 10^8}$
			$5 \times 10^3 =$	$\sqrt{0.25 \times 10^8}$
			$5 \times 10^3 =$	$0.5 \times 10^4$
		ดังนั้น	$5 \times 10^3 =$	$5 \times 10^3$

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็กเป็น  $5 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนชุดที่ 1  
เรื่องอัตราเร็วของคลื่นเสียง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. 1
2. 1
3. 2
4. 3
5. 2
6. 1
7. 4
8. 4
9. 4
10. 2

เห็นใหม่นักเรียนทำได้  
..ไม่ยากเลยใช่ไหมคะ



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. 2

2. 1

3. 2

4. 4

5. 1

6. 4

7. 1

8. 1

9. 2

10. 2

เห็นใหม่นักเรียนทำได้..

ไม่ยากเลยใช่ไหมคะ



**หมายเหตุ**

1. นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ80 (ทำถูก 8 ข้อขึ้นไป)
2. ถ้านักเรียนทำผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาในชุดต่อไป
3. ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปศึกษาบทเรียนนั้นใหม่แล้วทำการทดสอบ  
หลังเรียนอีกครั้งจนกว่าจะผ่านเกณฑ์ที่กำหนด



## ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวสายฝน ศรีษะนาราช
วัน เดือน ปีเกิด	1 มีนาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต พิสิตส์ (วท.บ.) มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย พ.ศ. 2547 ศึกษาศาสตรบัณฑิต การแนะแนว (ศษ.บ.) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2553
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ เขตคลองสามวาตะวันออก กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	ครู คศ.1

