

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ทัศนีย์ แถวอุทุม

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
เมษายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

เมษายน 2562

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.วาริรัตน์ แก้วอุไร ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ และดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร ดร.วราภรณ์ สิงห์กวาง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ และนางวิไลภรณ์ มั่นระวัง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ สพม. เขต 39 นายคมสันต์ สุขเอม ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจ่านกร้อง สพม. เขต 39 ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากร นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนนครชุม พิทยารักษ์มงคลภิเชก สพม.39 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สพม.39 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

ทัศนีย์

แถวอุทุม

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ทัศนีย์ แก้วอุทุม
ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ แก้วอุไร
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัย นเรศวร, 2561
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการวิจัย แบบ one group posttest only design กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังจากเก็บข้อมูลแล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนอยู่ในระดับมาก ทั้งภาพรวมและทุกด้านย่อย สามารถเรียงลำดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากมากไปหาน้อย ดังนี้ ความสามารถในการค้นพบความจริง ความสามารถในการค้นพบปัญหา ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ความสามารถในการค้นพบแนวคิด และความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา

2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Title	THE EFFECT OF ACTIVITY LEARNING MANAGEMENT WITH PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) TOWARD CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY ON TOPIC "SOUND AND HEAREING" OF MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS
Authors	Tussanee Tawutum
Advisor	Associate Professor Wareerat Kaewurai, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2018
Keywords	Activity learning, problem-based learning, creatively problem solving

ABSTRACT

The purpose of this research was to: 1) study creative problem solving ability during the learning of Mathayom Suksa 5 students by using problem-based learning management 2) compare creative problem solving abilities after learning of Mathayom Suksa 5 students by learning by using problem-based learning with the criteria of 70 percent. This research methodology was experimental research with one group posttest only design. The subjects of the study were 29 mathayom suksa 5/1 students registered in the first semester of the academic year 2018 at Nakornbangyang Phittayakom School, in the Secondary Educational Service Area Office 39. The research tools used in the research consisted of 1) learning management plan using problem-based learning on the topic of sound and hearing for Mathayom Suksa 5 students 2) creative problem solving ability test. The statistics used in the data analysis consist of average, standard deviation and t-test one sample for hypothesis testing.

The research found that :

1. The students' creatively problem solving ability while studying both overview and all sub-aspects were sort the behaviors in high level. The students show creative

problems solving ability from ordering as follows Fact finding ability, Problem finding ability, Creating new challenge ability, Idea finding ability and Solution finding ability

2. The students' creatively problem solving ability posttest scores is higher than 70 percent of the total score at the significant level of .05

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 และการนำไปใช้.....	8
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	16
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	40
วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	58
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	64
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
แบบแผนการวิจัย	64
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	64
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	65
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การเก็บรวบรวมข้อมูล	69
วิเคราะห์ข้อมูล.....	69
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	73
ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน.....	73
ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกับ เกณฑ์ร้อยละ 70.....	74
5 บทสรุป.....	76
สรุปผลการวิจัย.....	77
อภิปรายผลการวิจัย.....	77
ข้อเสนอแนะ.....	80
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก.....	89
ประวัติผู้วิจัย.....	183

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	14
2 แสดงรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving).....	49
3 แสดงผลการสังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	53
4 แสดงแบบแผนการวิจัย.....	64
5 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์.....	74
6 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญ ทางสถิติของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	75
7 แสดงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	166
8 แสดงผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จาก ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน.....	171
9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน.....	174
10 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) แบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	182

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งด้านธรรมชาติและวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ระบบข้อมูลข่าวสารที่แพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วทั่วทุกส่วนของโลกมีอิทธิพลสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง การศึกษา วิทยาศาสตร์ การแพทย์ (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558, หน้า 7) ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว การใช้ชุดความรู้เดิมที่เคยได้เรียนรู้มาคงไม่เพียงพอต่อการมีคุณภาพชีวิตที่ดี จึงจำเป็นต้องมีชุดความรู้ใหม่ที่มีความเหมาะสมกับสภาพการณ์ในศตวรรษที่ 21 (ทศนา แชมมณี, 2557, หน้า 6) ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาสาระตามหลักสูตรควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 การพัฒนาทักษะใหม่ ๆ สิ่งที่ดีควรได้รับการพัฒนามี 3 องค์ประกอบหลัก คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ซึ่งทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเป็นหัวใจสำหรับทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้ 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งหมายถึง การคิดอย่างผู้เชี่ยวชาญ 2) การสื่อสารและความร่วมมือ ซึ่งหมายถึง การสื่อสารอย่างซับซ้อน 3) ความริเริ่มสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ซึ่งหมายถึง การประยุกต์ใช้จินตนาการและการประดิษฐ์ (วิจารณ์ พานิช, 2555, หน้า 28-29) สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2) ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในเรื่องขององค์ประกอบทักษะชีวิต ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยหมายถึง การแยกแยะข้อมูล ข่าวสาร ปัญหาและสถานการณ์รอบตัว วิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์รอบตัวด้วยหลักเหตุผลและข้อมูลที่ถูกต้อง รับรู้ปัญหา สาเหตุของปัญหา หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ (สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์, 2556, หน้า 1)

จากผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษาไทยปี 2552-2558 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 33-45) ได้กล่าวถึง 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นการประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในปี 2559 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้หลัก ส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 คะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ โดยผลคะแนน O-NET ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ย 31.62 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และคะแนนมีแนวโน้มลดลง 2) ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเทียบกับนานาชาติทั่วโลกและในอาเซียน โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ซึ่งมุ่งเน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตหรือสถานการณ์จริง พบว่า ผลการประเมิน PISA 2015 คะแนนเฉลี่ยด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอายุ 15 ปี ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (OECD) และต่ำกว่าประเทศสิงคโปร์ และเวียดนาม ซึ่งอยู่ในลำดับที่ 1 และ 8 ตามลำดับ 3) การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเทียบกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study : TIMSS) ซึ่งเน้นการประเมินความรู้และทักษะคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของนักเรียน พบว่า ในปี 2554 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์อยู่ลำดับที่ 29 จาก 52 ประเทศ ซึ่งต่ำกว่าประเทศสิงคโปร์ โดยวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มพอใช้ ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทย จากผลการประเมินในปี 2558 พบว่า ได้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ อยู่อันดับที่ 26 จาก 37 ประเทศ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถพัฒนาวิธีคิด และวิเคราะห์แบบมีเหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548, หน้า 2) วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และมีเป้าหมายเดียวกับวิทยาศาสตร์ คือ ผลผลิตที่เป็นตัวความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ ความรู้ในฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ แต่การที่ผู้เรียนจะมีความรู้ทางฟิสิกส์ได้ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวความรู้ที่ถูกต้อง (Gallagher et al., 1995, p. 136) ดังนั้นการที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถแก้ปัญหาได้ในวิชาฟิสิกส์ จึงต้องใช้กระบวนการจัดการเรียนการ

สอนที่เหมาะสม ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือให้นักเรียนได้เสาะแสวงหา ค้นคว้าและสรุป สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จึงจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการ, 2546, หน้า 215)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยจินตนาการและการไตร่ตรองอย่างละเอียด (Mitchell and Kowalik, 1999, p. 4) เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Arbesman and Puccio, 2001, pp. 176-178) สอดคล้องกับ Levin and Reed และเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (อ้างถึงในรุจิราพร รามศิริ, 2556, หน้า 2) ที่ระบุว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาที่ใช้ความคิด 2 ประการ ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และความคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นการคิดที่ต้องอาศัยทั้งองค์ประกอบของการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจัดเป็นความสามารถทางสติปัญญาที่ต้องอาศัยการจัดการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (พัชรา พุ่มชาติ, 2552, หน้า 3) ดังนั้นจึงควรที่จะต้องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับเด็กนักเรียนทุกคน ในการจัดกิจกรรมการฝึกความพร้อมเรื่องการแก้ปัญหามีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะ และถ่วงโยงความแตกต่างระหว่างทฤษฎีปฏิบัติได้ดีขึ้น วิธีการแก้ปัญหามิอาจไม่มีวิธีที่แน่นอนตายตัวเสมอไป อาจใช้กลยุทธ์หรือเทคนิคต่าง ๆ กัน เพื่อให้ปัญหาได้รับการแก้ไขด้วยดีดังที่ Albrecht (1988 , p. 21) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาอาจใช้วิธีที่แปลกแตกต่างออกไปจากวิธีเดิมที่เคยใช้หรือมองปัญหาในลักษณะที่ผิดไปจากเดิม ขยายขอบเขตทางเลือกให้มีเส้นทางที่แปลก ๆ เข้าไปด้วย และบางครั้งอาจไปตามเส้นทางความคิดสร้างสรรค์ได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหา เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสำคัญต่อผู้เรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ เป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 1) รูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบให้แก่

นักเรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ คิดวิจารณ์ญาณ การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล กระบวนการกลุ่ม การบันทึกและการอภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2006, pp. 103-104) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะทำให้ นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดแบบมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่มีมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ผู้วิจัยได้ ทำการรวบรวมและวิเคราะห์แล้วพบว่า ประเด็นสำคัญของปัญหาในการจัดการเรียนการสอน คือ การจัดการเรียนการสอนที่ไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครุยังติดกับการสอนทฤษฎีหรือหลักการ มากกว่าสอนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำให้นักเรียนได้เพียงแค่จำและนำไปสอบเท่านั้น นักเรียน ยังขาดทักษะการแก้ปัญหา ขาดการคิดสร้างสรรค์ ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจึงควรมีการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเอง จากที่กล่าว มาข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน นครบางยางพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก จาก 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และที่ครูกำหนดให้เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ตามแนวของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่ค้นหาคำตอบหรือสาเหตุของปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม อภิปรายผล สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ความคิดระดับสูง คือ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์มาใช้ในการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา ซึ่งแสดงถึงการรับรู้ปัญหา การทำการค้นหาปัญหา และการคิดหาเหตุผล เพื่อแสวงหาทางเลือกมาปฏิบัติ มาแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ที่แตกต่างจากสิ่งเดิมอย่างหลากหลาย และทำการประเมินข้อค้นพบสำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการค้นพบความจริง 2) ความสามารถในการค้นพบปัญหา 3) ความสามารถในการค้นพบแนวคิด 4) ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา และ 5) ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ โดยวัดจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 และการนำไปใช้

- 1.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
- 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
- 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์
- 1.4 คุณภาพผู้เรียน
- 1.5 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3
- 1.6 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3

2. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.2 ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.3 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.5 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.7 บทบาทผู้สอน
- 2.8 บทบาทผู้เรียน
- 2.9 การประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

- 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์
- 3.2 รูปแบบและกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์
- 3.3 การประเมินผลการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

- 3.4 บทบาทและลักษณะครูในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4. วิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 และการนำไปใช้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ได้กำหนดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92)

2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92-93)

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ

การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กไฟฟ้า การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

3. **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 3-5)**

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่ดึงดูด และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4. คุณภาพผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้ว่า เมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนจะต้องมีคุณภาพ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 98-99)

เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่ เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี คุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5. คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 32202)

รายวิชาเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

เวลา 80 ชั่วโมง

จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาหลักการของคลื่นในเรื่อง องค์ประกอบและการเคลื่อนที่ของคลื่น สมบัติของคลื่น ธรรมชาติของเสียง สมบัติของคลื่นเสียง การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับคลื่นเสียง การสั่นพ้อง ของเสียง บีตส์ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก หูและการได้ยิน ความเข้มของเสียง และมลพิษทางเสียง ธรรมชาติของแสง แสงเชิงเรขาคณิต กระจกเงาโค้ง เลนส์บางและหลักการ ของทัศนอุปกรณ์บางชนิด การรับรู้สีของนัยน์ตาคน แสงเชิงฟิสิกส์และการอธิบายปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวกับคลื่นแสง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบคลื่น และการเกิดคลื่นกล

2. อธิบายสมบัติของคลื่น ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

3. อธิบายการเกิดคลื่นนิ่ง

4. อธิบายการเกิดเสียงและสมบัติของเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

5. อธิบายเกี่ยวกับการได้ยิน ได้แก่ ระดับเสียง ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และผลของมลพิษทางเสียงต่อการได้ยิน

6. อธิบายความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้องของวัตถุ
 7. อธิบายปรากฏการณ์บางอย่างของเสียง และการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ประโยชน์
ด้านต่าง ๆ
 8. อธิบายการสะท้อนของแสง การหาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากกระจก
เงาราบ และกระจกเงาโค้ง ทั้งโดยการเขียนภาพและการคำนวณ
 9. อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางสองชนิด
 10. อธิบายการหาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ทั้งโดยการเขียน
ภาพ และการคำนวณ
 11. อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง ได้แก่ การกระจายแสง การสะท้อนกลับหมด
ของแสง รุ้ง การทรงกลม และมิราจ
 12. อธิบายหลักการทำงานของทัศนอุปกรณ์บางชนิด ได้แก่ เครื่องฉายภาพ กล้อง
ถ่ายภาพ กล้องจุลทรรศน์ และกล้องโทรทรรศน์ อธิบายความสว่างและการมองเห็นสี
 13. อธิบายการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงที่ผ่านช่องเล็กยาว(หรือสลิต)
และการใช้เกรตติง
 14. อธิบายการกระเจิงของแสง
- รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

6. โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต ผู้วิจัยได้
วิเคราะห์ความสัมพันธ์และจัดโครงสร้างรายวิชา ตามตาราง 1

ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3

หน่วย ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้/หน่วยย่อยการ เรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	น้ำหนัก คะแนน
1.	คลื่นกล	ข้อ 1 , 2 และ 3	1. คลื่นกล	(22)	10
			1.1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น กล	6 4	
			1.2 คลื่นผิวน้ำ	4	
			1.3 การซ้อนทับของคลื่น	8	
			1.4 สมบัติของคลื่น		

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้/หน่วยย่อยการ เรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	น้ำหนัก คะแนน
2.	เสียงและ การได้ยิน	ข้อ 4, 5, 6 และ 7	2. เสียงและการได้ยิน 2.1 ธรรมชาติและสมบัติของเสียง 2.2 ความเข้มเสียงและการได้ยิน 2.3 ความถี่ธรรมชาติและ การสั่น พ้องของเสียง 2.4 ปฏิกิริยาการตอบสนองต่อเสียงและ คลื่นกระแทก	(16) 4 4 4 4	20
สอบกลางภาค				2	20
3.	แสงและ ทัศน อุปกรณ์	ข้อ 8, 9 , 10, 11 และ 12	3. แสงและทัศนอุปกรณ์ 3.1 การสะท้อนของแสง 3.2 การหักเหของแสง 3.3 เลนส์บาง 3.4 ปฏิกิริยาการที่เกี่ยวกับแสง 3.5 ทัศนอุปกรณ์ 3.6 ความสว่าง และการถนอม สายตา 3.7 ตาและการมองเห็นสี	(26) 4 4 6 2 4 2 4	15
4.	แสงเชิง ฟิสิกส์	ข้อ 13 และ 14	4. แสงเชิงฟิสิกส์ 4.1 การแทรกสอด 4.2 การเลี้ยวเบนของแสง 4.3 เกรตติง 4.4 การกระเจิงของแสง	(12) 4 4 2 2	5
สอบปลายภาค				2	30
รวม				80	100

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน มาทำการวิจัย โดยใช้เวลารวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย ในปัจจุบัน โดยนำมาใช้เพื่อพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพของความคิด มุ่งให้ผู้เรียนมีทักษะในการ คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติ มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบันที่ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วย ตนเองของผู้เรียน ในการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Gijselaers (1996, pp. 13-14) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เกิดจาก ทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนเป็นกระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่ ซึ่งเป็น แนวคิดของกลุ่มจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยม (Cognitive Psychology) เป็นหลักไว้ 3 ประการคือ

1. การเรียนเป็นกระบวนการสร้างไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้เกิดจากการสร้าง ความรู้เชื่อมโยงเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย การเกิดการเรียนรู้และข้อมูลใหม่มีอยู่แล้ว ในเครือข่าย ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะทำอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้น ข้อมูลใหม่จะเกิดขึ้นได้จากการที่ เรายะลึกถึงความรู้เดิมที่มีและเคยใช้ความรู้นั้น ๆ ในการแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความรู้เดิมจะเป็น พื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ (Knowing About Knowing Affects Learning) การเรียนรู้จะแกร่งกล้า เมื่อนักเรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง เป็นความสามารถ ที่เรียกว่า เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การที่บุคคลระลึกว่าตนรู้อะไร ยังไม่รู้ในสิ่งใด สามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดทั้งหมดของตนเองได้ซึ่งเป็นองค์ประกอบของทักษะ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นั่นคือ มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร สามารถเลือก ยุทธวิธีว่าจะทำอย่างไร และมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบการ เรียนรู้ของตนเอง การที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่อยู่ใน ตัวเพียงอย่างเดียว แต่จะ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จ บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. ปัจจัยทางสังคมและองค์ประกอบแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ เป็นปัจจัย ที่เป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้ และสามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา

ซึ่งจะทำให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการในการศึกษาระดับสูงขึ้นไป รูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นไปได้ ตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้ ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา และปัจจัยทางสังคมนั้นก็ยังมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดทางเลือกหลากหลายที่จะไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

Hmelo and Evenson (2000, p. 4) ได้สนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget และ Vygotsky ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของ Bruner ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญหา และผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

Delisle (1997, pp. 1-2) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ John B. Dewey ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive Education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนในทุก ๆ ด้านโดยคำนึงถึงความสนใจ ความถนัด ความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ ผู้เรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

Knowles(1975, อ้างถึงใน นิจวรรณ พิมพ์ศิริ, 2555, หน้า 18) มีแนวคิดสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนรู้ได้มากที่สุด เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ คือ

1. อัจฉริยะ เมื่อบุคคลเติบโตมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกรับผิดชอบต่อตนเองก็มีมาก และถ้าหากบุคคลรู้สึกที่ตนเองได้เจริญวัยและมีวุฒิภาวะถึงขั้นที่จะควบคุมและนำตนเองได้ บุคคลก็จะเกิดความต้องการทางจิตใจ เพื่อที่จะได้ควบคุมและนำตนเอง

2. ประสบการณ์ (Experience) บุคคลที่อายุและวุฒิภาวะมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มีประสบการณ์มากขึ้น ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่แต่ละคนได้รับจะเสมือนแหล่งทรัพยากรอันมหาศาลของการเรียนรู้ และขณะเดียวกันประสบการณ์เหล่านั้นก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง

3. ความพร้อม (Readiness) ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียน เมื่อเห็นว่าสิ่งที่เรียนไปนั้นมีความหมายและมีความจำเป็นตามบทบาทและสถานภาพทางสังคม ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีหน้าที่การงาน มีบทบาทในสังคม และพร้อมที่จะเรียนเสมอ ถ้าหากสิ่งที่เรียนไปนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง

4. แนวโน้มต่อการเรียนรู้ (Orientation to Learning) ผู้ใหญ่เป็นผู้มีบทบาทและสถานภาพทางสังคม การเรียนรู้ของผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเองจากการที่ได้มีการลงมือปฏิบัติกระทำด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จนการค้นพบความรู้หรือข้อมูลใหม่ และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

2. ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545, หน้า 14-15) กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL) พัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Science) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดาได้นำมาใช้ในกระบวนการติว (Tutorial Process) ให้กับนักศึกษาแพทยฝึกหัด วิธีดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบ (Model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างบ้าง โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรก และได้จัดตั้งเป็นห้องทดลองพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาค้นมานั้นได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษาอุดมศึกษา ในช่วงปลายทศวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ (Medical Curriculum) ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนครั้งแรก ส่งผลให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับ รู้จักกันทั่วโลกว่าเป็นผู้นำการใช้ปัญหาเป็นฐาน (World Class Leader) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โรงเรียนแพทย์ในมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ที่ยังใช้วิธีสอนแบบดั้งเดิมอยู่

หันมายอมรับรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนมากขึ้น จนกระทั่งกลางปี ค.ศ. 1980 การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ขยายออกไปสู่การสอนในสาขาอื่น ๆ ทุกวงการวิชาชีพ เช่น วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เป็นต้น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย และมีการนำไปใช้สอนตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มากขึ้น

ในประเทศไทย การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มใช้ครั้งแรกในหลักสูตรแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2531 และมีการประยุกต์ใช้ในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ ทั้งนี้การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่จะนำมาปรับใช้ได้หลาย ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคม ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นการเรียนการสอนที่ให้ประสบการณ์ท้าทายความคิด ลักษณะนิสัยและการปฏิบัติร่วมกับการแก้ปัญหาเป็นการจูงใจผู้เรียนให้รู้จักการแก้ปัญหาผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนด้วยการค้นพบด้วยตนเองและจากการทำงานเป็นกลุ่ม

จากประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเกิดขึ้นมากกว่า 50 ปี โดยเริ่มจากการนำมาใช้ในการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้รับการเผยแพร่และนำไปใช้ในสาขาอื่น ๆ รวมทั้งการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยเองการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก็เริ่มเข้ามาในช่วงสามสิบปีที่ผ่านมา และได้เป็นวิธีการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่น่ามาปรับใช้ได้หลายกลุ่มสาระการเรียนรู้ และทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

3. ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการศึกษาความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Barrows and Tamblyn (1980, p. 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการเรียนที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากกระบวนการทำความเข้าใจ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่มุ่งความเข้าใจ หรือแก้ปัญหาปัญหาที่ได้ประสบครั้งแรกในกระบวนการเรียน ใช้เป็นจุดรวมหรือเป็นสิ่งกระตุ้นเพื่อการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาหรือทักษะการให้เหตุผล และเพื่อค้นหาหรือศึกษาความรู้ต่าง ๆ ที่ต้องการทำความเข้าใจกลไกการทำงานที่รับผิดชอบต่อปัญหาและหาวิธีการแก้ปัญหา

Duch (2000, pp. 67-68) ให้คำนิยามของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นวิธีการสอนที่ท้าทายให้นักเรียนเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถทำงานกลุ่มเพื่อแสวงหาคำตอบในปัญหาที่เกี่ยวกับบริบทชีวิตจริง โดยปัญหาเหล่านี้ใช้เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น

ของนักเรียน และเพื่อให้เกิดการเริ่มต้นของการเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการฝึกและเตรียมนักเรียนให้เป็นผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา

Gallagher (1997, p. 332-362) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน (learn to learn) โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้มาและพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2545, หน้า 13) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตามแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขากลุ่มสาระที่ตนศึกษาด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก

สุปรียา วงษ์ตระหง่าน (2546, หน้า 33) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นกระบวนการที่แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติจากสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน เป็นการรวบรวมข้อมูล การเรียนรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์นั้น ๆ เป็นกระบวนการทางการศึกษาที่ออกแบบอย่างเหมาะสม และกระตุ้นเร้าให้เกิดการเรียนรู้

วัชรา เล่าเรียนดี (2548, หน้า 94) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นยุทธวิธีการจัดการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแบบหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อกระตุ้น จูงใจ เร้าความสนใจ เพื่อเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทิตนา แคมมณี (2555, หน้า 137) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการ

ที่หลากหลายในปัญหานั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา

จากความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ใหม่ เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับกลุ่มเพื่อน เพื่อช่วยกันศึกษา อภิปรายปัญหา แล้วนำเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ โดยนำเอาข้อมูลและประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่มาวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้จดจำความรู้ใหม่ไว้ได้นาน และรู้จักนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ จนสามารถแก้ไขปัญหาที่พบได้ในที่สุด โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

4. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

Barrows (2000, pp. 5-6) กล่าวถึง ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้คำแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่ม ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ต้องการรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งอาจมาจาก หนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ
2. จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ
3. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยาย ไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือคิดผิด แต่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นที่การรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับผู้เรียน ที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา และเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนต้องตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ
5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก
6. ความรู้ใหม่นั้นจะได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น มีการอภิปรายเปรียบเทียบ ทบทวน และได้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

Savin-Baden (2000, pp. 17-18) ได้ระบุบุคลิกณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. ให้ความสำคัญและยอมรับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เนื้อหามีลักษณะเป็นสาขาวิชา
4. มีการผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
5. ให้ความสำคัญกับกระบวนการหาความรู้
6. เน้นทักษะการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเพื่อหาความรู้
7. ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้
8. ประเมินผลโดยการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน

วัชรภา เล่าเรียนดี (2550, หน้า 94-95) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. เป็นการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการร่วมมือกันของผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ
3. ผู้สอน คือ ผู้คอยชี้แนะ สนับสนุน ผู้เรียน คือ ผู้ที่มองเห็นปัญหาและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง
4. ปัญหาเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งปัญหาจะช่วยกำหนดกรอบแนวคิดหรือกำหนดจุดเน้น และกระตุ้นการเรียนรู้
5. ปัญหา คือ สิ่งที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
6. ความรู้ใหม่จะเกิดขึ้นโดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ทิตินา แคมมณี (2554, หน้า 136-137) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียนได้มีการออกไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือ ผู้สอน มีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
4. ผู้เรียนมีการวางแผน การแก้ปัญหาร่วมกัน

5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษา แนะนำ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผู้เรียนมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล
9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา
10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545 หน้า 13) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง
2. การเรียนรู้เกิดจากกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
5. ปัญหาที่ใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจนปัญหาหนึ่งอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ หรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง
6. ผู้เรียนแก้ไขปัญหด้วยการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
7. ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 2) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นในชีวิตได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้จริง
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตัวเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์เรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับ

ความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ นอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาการปฏิบัติงาน ความก้าวหน้าของผู้เรียน

จากลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ 5 ประเด็น ดังนี้

1. ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาจะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรก เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาจะกำหนดกรอบและแนวทางในการเรียนรู้ของผู้เรียน ปัญหาจะมีลักษณะที่มีแนวทางการหาคำตอบได้หลากหลาย มีความซับซ้อน

2. เป็นแนวการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ผู้เรียนมีบทบาทในการวางแผน การค้นคว้ารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา สรุปและประเมินผล

3. ผู้สอนมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา แนะนำ ติดตาม การปฏิบัติงาน และช่วยเหลือผู้เรียน

4. ความรู้ใหม่ของผู้เรียนเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการค้นคว้า การวางแผนการแก้ปัญหา หรือการลงมือปฏิบัติ

5. วัดและประเมินผลจากการปฏิบัติจริงผ่านการคิดแก้ปัญหา โดยประเมินผลจากสถานการณ์จริง ดูจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ และพิจารณาจากผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

5. ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ เป็นตัวนำทางและเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงมีผู้เสนอแนวความคิดลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

Duch (2000, pp. 6-7) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะปัญหาที่ดีจะต้องกระตุ้น ใจความสนใจ และเริ่มต้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งปัญหาที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาที่ดีจะต้องกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในครั้งแรกและกระตุ้นพวกเขาในการสืบเสาะ ไต่ถาม เพื่อความเข้าใจลึกซึ้งในเรื่องของความคิดที่ถูกนำเสนอ ซึ่งจะสัมพันธ์กับเนื้อหาในโลกความเป็นจริง ดังนั้นผู้เรียนจึงได้ประโยชน์จากการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ดีต้องการให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ข้อมูล ตรรกศาสตร์ ความมีเหตุผล ผู้เรียนอาจต้องอ้างเหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจทั้งหมด และให้เหตุผลในหลักการที่ได้เรียนรู้ ปัญหาควรจะทำให้ผู้เรียนระบุดึงสมมติฐาน ข้อมูลที่ต้องมี หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาควรเป็นอย่างไร

3. ปัญหาที่ดีต้องมีความยาวและความซับซ้อนของปัญหาที่จะต้องแก้ปัญหา โดยอาศัยการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียนภายในกลุ่ม การทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ลักษณะปัญหาที่ดี ควรมีลักษณะให้ผู้เรียนภายในกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นได้ ซึ่งปัญหาจะต้องมีลักษณะเป็นแบบเปิด โดยไม่จำกัดว่าต้องมีคำตอบที่ถูกต้อง เพียงคำตอบเดียว ต้องมีความเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้เรียนมาก่อนหน้านั้น เน้นการใช้ประโยชน์ของกระบวนการกลุ่มในการรวบรวมความรู้ ความคิดของผู้อื่นมากกว่าการทำงานเพียงคนเดียว

5. ปัญหาที่ดีจะต้องมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชา ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่ และเชื่อมต่อกับความรู้ใหม่กับความคิดในบทเรียนอื่น ๆ

Edens (2000, pp. 55-56) ได้กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาที่ดี สำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่ดีจะต้องดึงดูดใจให้ผู้เรียนอยากค้นหาคำตอบ มีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้

2. เป็นปัญหาปลายเปิดและมีลักษณะขัดแย้งในบางครั้ง ซึ่งจะท้าทายให้ผู้เรียนได้แสดงการให้เหตุผล และแสดงออกถึงทักษะการคิด

3. ปัญหานั้นจะต้องมีความซับซ้อนที่เพียงพอ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนต้องมีการทำงานร่วมกันและต้องอาศัยคนอื่นช่วยในการแก้ปัญหา

4. ปัญหาควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง

5. ผู้สอนต้องใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด เพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

Yimer (2004, p. 213) ได้เสนอหลักการในการออกแบบปัญหา เพื่อส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูง มีดังนี้

1. ต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียน กล่าวคือ ผู้สอนจะต้องทราบถึงตัวผู้เรียนว่ามีความรู้อยู่ในระดับใด และออกแบบปัญหาให้ผู้เรียนต้องค้นคว้าเพิ่มเติมอีกเล็กน้อย จึงจะแก้ปัญหานั้นได้ ซึ่งเป็นการท้าทายความสามารถของผู้เรียนด้วย

2. เป็นปัญหาแบบที่ไม่มีโครงสร้าง คือ ปัญหาซึ่งไม่ได้ระบุประเด็นปัญหาไว้อย่างชัดเจน มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายทาง และมีคำตอบที่หลากหลาย โดยต้องอาศัยการตัดสินใจของผู้เรียนเป็นหลัก

3. ความร่วมมือ (Collaborative) ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความร่วมมือกันในการแก้ปัญหาและใช้ความเห็นของกลุ่มในการสรุปวิธีการแก้ไขปัญหานั้น

4. เป็นปัญหาที่จับต้องได้ (Authentic) การสร้างสถานการณ์ในปัญหานั้นจะต้องยึดหลักความเป็นจริง จึงจะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ ไม่ควรเป็นปัญหาที่มีเนื้อหาเชิงทฤษฎีมากเกินไป ดังนั้นการกำหนดในข้อนี้จึงแนะนำให้นำประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้พบในชีวิตประจำวัน มาออกแบบปัญหา หรือใช้สิ่งที่ผู้เรียนจะพบในอนาคตก็ได้ จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียน

5. ส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิตและการศึกษาแบบนำตนเอง

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 293-294) ได้สรุปลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น

2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย ๆ มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า

3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือ สร้างคำถามหรือเกิดความสงสัยในใจของผู้เรียน

4. เป็นปัญหาที่เป็นประเด็นข้อขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคม ยังไม่มีข้อยุติ

5. เป็นปัญหาอยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่มีความอยากรู้ แต่ยังไม่รู้

6. เป็นปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งที่ไม่ดี ไม่พึงปรารถนาในสังคม

7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่า จริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริงหรือไม่สอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เรียน

8. เป็นปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง เป็นปัญหาที่ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา

9. เป็นปัญหาสามารถหาคำตอบได้ทันที เป็นปัญหาที่ต้องการสำรวจ การค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร จะไม่รู้ว่ายุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไร หรือคำตอบหรือผลของความรู้เป็นอย่างไร จำเป็น ต้องทำการศึกษาก่อน

10. เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สิ่งสำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะสำคัญของปัญหา มีดังนี้

1. เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียนหรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น

2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า

3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน ตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย

4. ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ชัดกเถียงในสังคมยังไม่มีข้อยุติ

5. เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้

6. เป็นปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดี หากใช้ข้อมูลโดยลำพังเพียงคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด

7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน

8. ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา

9. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่าย เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

10. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้า และการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อน จึงจะได้คำตอบไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้

ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาจะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้อันเป็นอย่างไร

11. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา จากการศึกษาลักษณะของปัญหาในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปลักษณะของปัญหาในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็น 4 ประการดังต่อไปนี้

1. เป็นปัญหาเสริมความรู้และทักษะตามหลักสูตร นำไปสู่การเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2. เป็นปัญหาจริง ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์จริง หรือเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง หรือมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนอยากคิดแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ

3. ปัญหาต้องเหมาะสมกับผู้เรียน และที่สำคัญปัญหานั้นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความร่วมมือในการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

4. เป็นปัญหาแบบไม่มีโครงสร้างหรือมีโครงสร้างที่มีวิธีแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง ไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัว และมีคำตอบหรือแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง

6. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีนักการศึกษาเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

สเตปเพียน และแกลแลกเกอร์ (Stepien, W.J. and Gallagher, S.A. 1993, อ้างถึงใน วัชรวิศา เล่าเรียนดี, 2553, หน้า 110) ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 เข้าสู่ปัญหาและนิยามปัญหา (Encountering and Defining the problem) ผู้เรียนจะได้รับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงให้อ่านวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น หรือให้ดูจากภาพจาก VDO จากสถานที่จริง โดยอาจให้ตั้งคำถาม ถามตัวเองว่า

- รู้อะไรบ้างเกี่ยวกับปัญหาหรือคำถามนี้
- จำเป็นต้องรู้อะไรบ้างเพื่อจะได้แก้ปัญหานี้ได้
- ต้องใช้ข้อมูลสื่อการเรียนรู้อะไรบ้างเพื่อจะได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือ

สมมติฐาน

ในขั้นตอนนี้ควรได้คำถามที่ชัดเจน ถึงแม้ว่าแนวทางการแก้ปัญหา นั้น จะต้องใช้ความรู้ใหม่เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 หาข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data Collection) ประเมินข้อมูลและนำไปใช้เมื่อผู้เรียนได้ปัญหาที่ชัดเจนจากขั้นที่ 1 ผู้เรียนจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ หรือสื่อต่าง ๆ ที่ต้องใช้ ซึ่งข้อมูลและสื่อต่าง ๆ ต้องมีการประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม ความคุ้มค่าก่อนนำไปใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูลและปฏิบัติ (Synthesis and Performance) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้าง หรือกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา อาจมีการสร้างสื่อประกอบหรือจัดการกับสาระความรู้ใหม่ ซึ่งแตกต่างจากการทำรายงานธรรมดา แต่เป็นการนำเสนอแนวทาง วิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน และดำเนินการแก้ปัญหา สรุปผล หรือหลักการทั่วไปที่ได้จากการแก้ปัญหา และนำเสนอผลการเรียนรู้ในชั้นเรียน

Delisle (1997, pp. 26-36) เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยง (connecting with the problem) เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ของผู้เรียน หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ที่ผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ขั้นนี้ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

ขั้นที่ 2 การแสดงกรอบการศึกษา (setting up the structure) ให้ผู้เรียนอ่านวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา แล้วร่วมกันกำหนดวิธีหรือแนวทางในการศึกษาค้นคว้า และหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องมีการอภิปรายร่วมกัน ร่วมแสดงความคิดเห็น เพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบ ดังนี้

1. แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา (ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2. ข้อเท็จจริง (facts) คือ ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้/ข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

3. ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (learning issues) คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยาม หรือประเด็นการศึกษาอื่น ๆ ที่ต้องการทราบ

4. วิธีการศึกษา (action plan) คือ วิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

ขั้นที่ 3 การศึกษาปัญหา (visiting the problem) ขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามกรอบการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 แต่ละกลุ่มจะร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้าและดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่ม จนได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้ผู้เรียนจะมีอิสระในการกำหนดหัวข้อเอง ผู้สอนจะเป็นแค่เพียงผู้สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 การรวบรวมความรู้ การตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (revisiting the problem) หลังจากทีแต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่า ข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะได้ค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 5 การสร้างผลงาน หรือ การปฏิบัติตามทางเลือก (producing a product or performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว แต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 6 การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (evaluating performance and problem) เมื่อขั้นตอนในการสร้างผลงานสิ้นสุดลง ผู้เรียนจะทำการประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเองและของกลุ่ม พร้อมทั้งผู้สอนจะทำการประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของผู้เรียนด้วย

วัลลี สัตยาศัย (2547, หน้า 19) ได้เสนอขั้นตอนของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้แยกแยะรายละเอียดของขั้นตอนออกเป็น 9 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา ผู้เรียนจะได้รับปัญหาซึ่งจะนำเสนอให้แก่ผู้เรียนเป็นการสร้างจุดสนใจและเริ่มต้นการเรียนการสอน ซึ่งปัญหาที่นำเสนอผู้เรียนนั้น ต้องมั่นใจว่ามีวิธีการที่เป็นไปได้หลายวิธี ข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์ไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ เป็นเหตุเริ่มต้นให้ต้องมีการศึกษา ค้นคว้า ที่สำคัญปัญหาต้องใกล้เคียงกับในชีวิตจริงซึ่งนักเรียนอาจพบเจอได้

ขั้นที่ 2 ระบุตัวปัญหาจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหา ผู้เรียนทำงานในกลุ่มย่อย จะต้องทำความเข้าใจคำศัพท์ และความหมายต่าง ๆ ของคำและมโนทัศน์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ของปัญหาให้ชัดเจน หาว่าอะไรเป็นประเด็นสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาและสร้างสมมติฐาน กลุ่มผู้เรียนจะระดมความคิดโดยใช้ความรู้พื้นฐานที่มี วิเคราะห์โครงสร้างของปัญหา การรวบรวมความคิดเห็น และแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งสมมติฐานของปัญหา

ขั้นที่ 4 จัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน เพื่อพิจารณาข้อยุติสำหรับสมมติฐานที่สามารถตัดทิ้งได้ในขั้นต้น และคัดเลือกสมมติฐานที่จะต้องทำการศึกษาข้อมูลต่อไป

ขั้นที่ 5 สร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ในขั้นนี้กลุ่มจะต้องร่วมกันหาว่า อะไรบ้างที่ทราบมาก่อน ทั้งจากความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่ม และข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์ปัญหา นำไปสู่สิ่งที่ยังไม่วังและจำเป็นต้องรู้ ต้องค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการหรือข้อสรุปปัญหาโดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา ทั้งนี้ครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำหากเห็นว่ามีข้อมูลที่ที่ยังไม่ครอบคลุม

ขั้นที่ 6 การค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ในชั้นตอนนี้ แต่ละกลุ่มจะต้องแบ่งหน้าที่กันออกไปค้นคว้าข้อมูลตามที่กลุ่มได้กำหนดวัตถุประสงค์ขึ้น แหล่งข้อมูลจะมาจากที่ต่าง ๆ ได้แก่ ห้องสมุด ตำรา อินเทอร์เน็ต เอกสารต่าง ๆ รวมทั้งอาจเป็นผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งทั้งหมดนี้ผู้เรียนจะเป็นคนเลือกเองว่าจะใช้แหล่งความรู้ใดที่เหมาะสม

ขั้นที่ 7 การรวบรวมข้อมูลและสังเคราะห์ เป็นการกลับมารวบรวมตัวอีกครั้งเพื่อร่วมกันอภิปรายข้อมูล จัดการ จัดระบบข้อมูล เพื่อสรุปและทดสอบสมมติฐาน หากพบว่ายังขาดข้อมูลใด ก็จะกลับไปหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกครั้ง จนได้เป็นแนวทางของกลุ่มในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 8 การนำเสนอแนวทางของแต่ละกลุ่มต่อชั้นเรียนในขั้นนี้จะนำไปสู่การอภิปรายนำเสนอแนวทางของตนเองและกลุ่มอื่น ๆ โดยการอภิปรายแต่ละกลุ่มต้องหาเหตุผลสนับสนุนจุดยืนของกลุ่มและการให้เหตุผลในการโต้แย้งแนวทางของกลุ่มอื่น

ขั้นที่ 9 สรุปการเรียนรู้ที่ได้มาและพิจารณาว่าความรู้อันได้เหมาะสมและเพียงพอที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวหรือไม่ พร้อมทั้งสรุปเป็นหลักการที่จะนำไปใช้ได้ต่อไป

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ(2550, หน้า 8) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่ค้นหาคำตอบหรือสาเหตุของปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม อภิปรายผล สังเคราะห์ความรู้ที่ได้ค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

จากการศึกษากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีนักการศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้เสนอกันไว้ สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้นจากการให้สถานการณ์ปัญหาแก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายระบุนปัญหา วิเคราะห์ปัญหาและสร้างประเด็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้เพื่อนำมาอธิบายปัญหาและให้ไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรวบรวมข้อมูลนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 8) มีทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นกำหนดปัญหา 2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ 6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ดีมากที่สุดวิธีหนึ่ง เพราะสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (constructivist theory) คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์

7. บทบาทผู้สอน

วัลลี สัตยาศัย (2547, หน้า 51-54) ได้สรุปบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ บทบาทในการกระตุ้นและสนับสนุนการเรียนรู้ (Facilitator) ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด (metacognitive skill) หรือที่ศ.นพ.พรจันทร์ หงส์ดารมภ์ ได้ใช้คำในภาษาไทยว่า โยนิโสมนสิการ ซึ่งมีความหมายว่า

- 1) การคิด ไคร์ครวญ และตรรกตรองอย่างแยกคายในการแก้ปัญหา
- 2) ความสามารถในการทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
- 3) ความสามารถในการสร้างสมมุติฐานและตัดสินใจว่า ควรสังเกต ได้ตามคั่นคว่าเพิ่มเติมในสิ่งใด

4) เมื่อได้ข้อมูลใหม่ ใหม่มาแล้ว ต้องรู้จักพิจารณาว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่ รวมถึงคิดถึงแหล่งข้อมูลอื่นที่อาจมีประโยชน์ ตลอดจนสามารถทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้มา และเรียนรู้ว่าควรทำอะไรต่อไป กล่าวคือคือต้องไม่ให้ข้อมูลหรือถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง แต่ต้องใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดและตรรกตรองอย่างแยกคาย

2. จัดกระบวนการเรียนรู้ให้ดำเนินไป โดยให้ผู้เรียนผ่านขั้นตอนของการเรียนรู้แต่ละขั้นโดยไม่เรียนลัด และทุกขั้นตอนต้องดำเนินไปตามลำดับที่ถูกต้อง

3. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง และพยายามดึงความรู้หรือความคิดที่ฝังอยู่ออกมาให้ได้ ผู้สอนต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายถึงเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการอภิปราย นอกจากนี้การใช้คำศัพท์บางคำ ต้องให้ผู้เรียนนิยามคำศัพท์นั้น ๆ เพื่อที่จะให้แน่ใจว่ารู้และเข้าใจคำต่าง ๆ อย่างถูกต้อง เพื่อให้มีการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้ง

4. ช่วยให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการกลุ่ม โดยส่งเสริมให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันโดยผู้สอนไม่ทำตัวเป็นศูนย์กลางการอภิปราย

5. ดูแลความก้าวหน้าการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคนในกลุ่ม โดยให้คิดและรู้จักตนเองว่ากำลังเรียนอยู่ในระดับใด ยอมรับจุดอ่อนของตนเองเพื่อแก้ไข ในการเรียนเป็นกลุ่มย่อยผู้สอนจะสังเกตผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนได้ง่ายและรวดเร็ว เช่นไม่สามารถใช้เหตุผลมาอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้ หรือไม่สามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้สอนต้องพยายามแก้ไขโดยพยายามดึงให้เพื่อนช่วยกันเองเป็นส่วนใหญ่

ประภัสรา โคตะขุน (ออนไลน์, 2555) ได้สรุปบทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามกระบวนการของหลักสูตรก่อนที่จะนำหลักสูตรไปใช้ ต้องมีกระบวนการเตรียมความพร้อมขององค์ประกอบทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านเอกสาร บทเรียน ผู้สอน นักเรียน

และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียน สำหรับองค์ประกอบด้านผู้สอน ในการเรียนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ ผู้สอนมีบทบาทที่แตกต่างกันไปจากเดิม อาจารย์จะไม่ใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่ให้ความรู้ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียวอีกต่อไป แต่อาจารย์จะต้องมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน สร้างบทเรียนที่เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเป็นหลัก ซึ่งในนี้ จะกล่าวถึงบทบาทของผู้สอนที่จะทำหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitator or Tutor) ให้ผู้เรียนเท่านั้น ซึ่งบทบาทของ (Facilitator or Tutor) มีดังนี้

1. ใช้คำถามนำและคำถามปลายเปิด
2. ช่วยผู้เรียนสะท้อนประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ
4. เป็นพี่เลี้ยงดูแลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน และให้การอภิปรายอยู่ในกรอบที่กำลังศึกษา
5. ตั้งประเด็นที่จำเป็นในการพิจารณาและอภิปรายร่วมกัน
6. ให้แนวทางในการค้นคว้าหาความรู้ ตลอดจนกระบวนการเรียนอย่างระมัดระวัง
7. กระตุ้นและให้การสนับสนุนผู้เรียน
8. จัดสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย ให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความพอใจและไม่กลัวต่อการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็น

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 297-298) ได้สรุปบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน
2. เป็นผู้เชี่ยวชาญในการบอความรู้
3. กระตุ้น แนะนำให้ผู้เรียนไปค้นคว้าข้อมูลข่าวสาร
4. แนะนำผู้เรียนให้เรียนรู้ผ่านขั้นตอน
5. ครูอาจไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญสาขาใด ๆ แต่ต้องถ่ายทอดทักษะกระบวนการ ค้นหาความรู้แก่ผู้เรียน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 9) ได้เสนอไว้ว่า ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรเป็นดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของผู้เรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้และติดตามประเมินผล การพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา
7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจเห็นคุณค่าของการเรียนแบบนี้
8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง ให้อบรมคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

จากบทบาทของผู้สอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้สอนจะทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นผู้จัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นผู้กระตุ้นความคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนเอาความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้และเกิดการเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม ส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งเป็นผู้ประเมินทักษะของผู้เรียนและกลุ่ม พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้เกิดการพัฒนาตนเองการเรียนรู้

8. บทบาทผู้เรียน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 297-298) ได้สรุปลักษณะของผู้เรียนที่จะทำให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จ ควรมีดังนี้

1. ผู้เรียนต้องมีความรู้เดิมที่เหมาะสมและเพียงพอกับปัญหาที่กำหนด
 2. เนื่องจากเป็นการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ผู้เรียนจะต้องมีทักษะความสามารถที่เป็นพื้นฐานในการทำงาน อาทิ ทักษะการสื่อสาร ทักษะในการค้นหา เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 13) เสนอไว้ว่าผู้เรียนมีบทบาท ดังนี้
1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง

2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐานและฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมินผล

4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

จากบทบาทของผู้เรียนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเปลี่ยนจากการเป็นผู้รับฟังความรู้เป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน ฝึกทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานเป็นทีม การอภิปราย และการสรุปผล

9. การประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องวัดและประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งในส่วนของกระบวนการและผลงาน ด้านความรู้ ทักษะการทำงาน เจตคติ การประเมินจะต้องประเมินทั้งความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) การประเมินตัดสินผลหลังการเรียนเสร็จสิ้น (summative assessment) ได้มีผู้เสนอวิธีการประเมินไว้ ดังนี้

Eggen and Kuachak (2001, pp. 256-259) ได้กล่าวถึง วิธีการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ควรประเมินตามสภาพจริง และควรกำหนดเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์ในการประเมิน ดังนี้ ประการแรก ความเข้าใจในด้านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประการที่สอง การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และประการสุดท้าย สิ่งที่ได้รับจากเนื้อหาวิชา วิธีการประเมิน มีดังนี้

1. การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวัดผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนโดยตรงผ่านชีวิตจริง เช่น การดำเนินการด้านการสืบสวนค้นคว้า การร่วมมือกันทำงานกลุ่มในการแก้ปัญหา การวัดผลจากการปฏิบัติตามสภาพจริง เป็นต้น

2. การสังเกตอย่างเป็นระบบ เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่เป็นการประเมินผลในด้านทักษะกระบวนการของนักเรียนในขณะที่เรียนรู้ ครูต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน เช่น การแก้ปัญหา ควรกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ การสร้างปัญหาหรือคำถาม การสร้างสมมติฐาน การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม การอธิบายแนวทางในการรวบรวม ข้อมูลและการประเมินผลสมมติฐานบนพื้นฐานของข้อมูลที่ตี

Delisle (1997, pp. 26-36) กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนของการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ความสามารถและผลงานที่ผู้เรียนแสดงออกเข้าด้วยกัน

โดยในแต่ละการประเมินผู้เรียนจะมีส่วนร่วมด้วย และการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือ ตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหา ซึ่งมีการละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน การประเมินผลความสามารถของผู้เรียน จะเริ่มตั้งแต่วันที่แรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลงานออกมา ซึ่งผู้สอนจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งพิจารณาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม

2. การประเมินผลตนเองของผู้เรียน การประเมินผลผู้เรียนนั้น นอกจากจะเป็นหน้าที่ของผู้สอนแล้ว ผู้เรียนเองยังต้องมีบทบาทในการประเมินตนเองด้วย โดยมีเป้าหมายเพื่อการประเมินความสามารถของคนที่มีการทำงานในกลุ่ม เพื่อทราบบทบาทของตนที่มีต่อกลุ่ม

Barell (1998, pp. 159-160) กล่าวว่า การประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะดังนี้

1. ประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอบเพียงอย่างเดียว และไม่ควรรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น

2. ประเมินผลจากสภาพจริง โดยเน้นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถพบในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลที่ความสามารถจากการทำงานหรือสิ่งที่ได้แสดงออกมา ที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

วัลลี สัตยาศัย (2547, หน้า 71) กล่าวถึงขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมิน

2. พิจารณาขอบเขต เกณฑ์ วิธีการ และสิ่งที่จะประเมิน เช่น ประเมินพัฒนาการด้านการนำเสนอความรู้ ต้องไม่ลืมวัตถุประสงค์ให้ครบจุดมุ่งหมายทางการศึกษาทั้ง 3 ด้าน คือ ความรู้ เจตคติ และทักษะการทำงาน

3. กำหนดผู้ประเมินว่ามีใครบ้างที่จะเป็นผู้ประเมิน โดยผู้ประเมินควรครอบคลุมทุกด้านของกิจกรรม เช่น ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมิน ครูอาจารย์ประเมิน ผู้ปกครอง ประเมินหรือเจ้าหน้าที่และบุคคลที่ร่วมปฏิบัติงานร่วมประเมินด้วย

4. เลือกใช้เทคนิคและเครื่องมือที่หลากหลาย โดยต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวัตถุประสงค์รายวิชา รวมไปถึงสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน เช่น

ใช้การทดสอบ ใช้การสัมภาษณ์ ใช้การสังเกตพฤติกรรม ใช้แบบสอบถาม ใช้การบันทึกจาก ผู้เกี่ยวข้อง ใช้แบบประเมินตนเอง ใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) เป็นต้น

5. กำหนดเวลาและสถานที่ที่จะประเมิน เช่น การประเมินระหว่างการทำกิจกรรม กลุ่ม การประเมินระหว่างทำโครงการ

6. วิเคราะห์ผล จัดการข้อมูลการประเมินโดยนำเสนอรายการกระบวนการ แฟ้มสะสม ผลงานการบันทึกข้อมูล ผลการสอบ

7. สรุปผลการประเมินเพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องของการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน และนำผลการประเมินระหว่างเรียนมาประกอบการ พิจารณาด้วยเสมอ

สำหรับชั้นเรียนที่มีการใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีการประเมินผลเพื่อพัฒนา หรือการแก้ปัญหาของผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง และของกลุ่มด้วย ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิม ๆ ที่ทำการประเมินเพียงเพื่อวัดความสามารถ และแบ่งระดับความสามารถของผู้เรียน ผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินแต่เพียงผู้เดียว ผู้เรียนเป็นเพียงผู้ถูก ประเมินเท่านั้น การประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

วัชรา เล่าเรียนดี (2548, หน้า 99) ได้กล่าวถึง แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ให้เสนอรายงานผลการดำเนินการแก้ปัญหา ทั้งที่เป็นงานเดี่ยวและงานกลุ่ม
2. ตรวจสอบเขียนบันทึกผลการเรียนรู้ของตนเองของนักเรียนแต่ละคน
3. ใช้แบบประเมินโดยเพื่อนประเมินกันและกัน กำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน
4. ใช้แบบสังเกตประเมินผลระหว่างการเรียนรู้
5. ทดสอบด้วยการให้วิเคราะห์ปัญหา คิดหาแนวทางการแก้ปัญหา และดำเนินการ แก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยกำหนดปัญหาให้ปฏิบัติตามขั้นตอน
6. สัมภาษณ์รายบุคคล
7. ใช้ข้อสอบ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, หน้า 61-62) กล่าวว่า ในการประเมินสมรรถภาพผู้เรียน จากการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ควรดำเนินการดังนี้

1. การประเมินความรู้ เป็นการประเมินความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นพื้นฐานในการ ประกอบอาชีพ ซึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าและการชี้แจงการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ประเมิน จากการให้ผู้เรียนตอบคำถาม เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2. การประเมินสมรรถภาพในการใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เป็นการประเมินความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งวิธีการประเมินทำได้ทั้งการให้ผู้เรียนประเมินตนเองหรือให้ผู้เกี่ยวข้องในการเรียนของนักเรียนร่วมประเมินด้วย

3. การประเมินสมรรถภาพในการชี้นำด้วยตนเอง เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ยอมรับตนเอง ประเมินตนเองตามความเป็นจริง

4. การประเมินสมรรถภาพในการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนขณะอยู่ในกลุ่ม โดยกลุ่มจะเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน จากการช่วยกันทำงานและค้นคว้าหาความรู้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 295-296) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะแตกต่างจากการประเมินผลแบบเดิมที่เป็นการประเมินผลจากการทดสอบหรือจากผลงานเพื่อวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียน แต่การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะเป็นผู้ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม การประเมินประกอบด้วย

1. การประเมินความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียน (formative Assessment) เพื่อตรวจสอบดูว่าตนเองเรียนรู้อะไรและบกพร่องในจุดใด การประเมินจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง จึงต้องเริ่มทำการประเมินตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้จนกระทั่งวันสุดท้ายที่เสนอผลงานออกมา

2. การประเมินผลรวม (summative Assessment) เป็นการประเมินผลรวมหรือผลงานของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบดูว่า ผลงานของตนเองสามารถนำไปใช้ในการตอบปัญหาได้ดีเพียงใด สามารถนำไปใช้ในสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด เครื่องมือประกอบด้วย

2.1 ประเมินจากแฟ้มการเรียนรู้ของผู้เรียน (the learning portfolio) ซึ่งแฟ้มผลงานจะเป็นสิ่งที่สะสมรวบรวมผลงานของผู้เรียนที่สะท้อนให้เห็นคุณค่าและประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2 ประเมินจากการบันทึกการเรียนรู้ (learning log) เป็นการประเมินจากการบันทึกจากกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ โดยเป็นการบันทึกที่มีการระบุวันเวลา สถานที่ ประสบการณ์ กิจกรรมที่ทำอย่างชัดเจน ซึ่งจะต้องสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม และมีประสบการณ์การเรียนรู้และวิเคราะห์หรืออธิบายสิ่งที่ตนเองได้ปฏิบัติ ตลอดจนแสดงแนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงการปฏิบัติงานของตนเอง

จากการศึกษาการประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานควรดำเนินการควบคู่ไปกับการเรียนการ

สอน ผู้สอนจะประเมินตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการเรียนการสอน โดยวิธีการที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินด้วย ควรประเมินทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (knowledge) ทักษะ (skill) และเจตคติ (attitude)

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นสิ่งสร้างความสนใจหรือกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ที่ต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ในการแก้ปัญหาเพื่อแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาจากนักการศึกษาที่พัฒนากระบวนการมาอย่างต่อเนื่อง และนำมากำหนดเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดในการศึกษา ดังนี้

1. ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มิใช่ประโยชน์แก่ผู้นำไปปรับใช้ โดยมีการพัฒนา มาเป็นระยะเวลาานาน ดังนั้นจึงมีนักวิชาการ นักวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้คำอธิบายหรือกล่าวถึงหลายคน ผู้วิจัยขอนำเสนอเฉพาะที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ กล่าวคือ

Isaken, S. G. (1995) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การแสดงกรอบแนวคิด วิธีการที่ได้รับการออกแบบในการช่วยเหลือผู้แก้ปัญหาด้วยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่เป้าหมายด้วยความสำเร็จ สามารถเอาชนะอุปสรรคและเป็นการส่งเสริมพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์

Lewin and Reed (1998) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการค้นหา ปัญหาและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยใช้การระดมสมองเน้นการคิดเชิงบวกและใช้ความคิด วิจารณญาณนำไปสู่การตัดสินใจที่ดี และมีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

Mitchell, W. E. and Kowalk, T. F. (1999) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นวิธีการคิด และการแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่ง ที่ประกอบด้วย 1) การสร้างสรรค์ (Creative) 2) ปัญหา (Problem) 3) การแก้ไข (Solving)

Treffinger, Isaksen and Donval (2000) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ช่วยในการแก้ปัญหา และจัดการกับการเปลี่ยนแปลงอย่างสร้างสรรค์

สมศักดิ์ ภาววิภาดาธรรม (2537) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ขั้นทุติยภูมิ คือ การคิดสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ที่มีความแปลกใหม่หลากหลาย ได้จากการคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านการคิดคล่อง ริเริ่ม ยืดหยุ่น และละเอียดลออ ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นปฐมภูมิ และจึงพิจารณานำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นทุติยภูมิ

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2537) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การมุ่งหาคำตอบที่แปลกใหม่จากเดิม มีคุณประโยชน์ ประกอบด้วยความคิดเอहनัย และอเนกนัยในรูปแบบและวิธีการที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นความสามารถทางความคิดที่มีกระบวนการครบวงจรจนได้คำตอบ

พัชรา พุ่มพชาติ (2553) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถอย่างหนึ่งของบุคคลซึ่งหมายถึง การรับรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา และการคิดหาเหตุผล เพื่อแสวงหาทางเลือก มาปฏิบัติในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ซึ่งต่างจากสิ่งที่มีอยู่เดิมหลากหลายมากกว่าหนึ่งแนวคิดหรือหนึ่งวิธี

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือกระบวนการแก้ไขสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ หรือเป็นขั้นตอนของการบรรลุความต้องการ หรือวัตถุประสงค์โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ญาณ การใช้ความคิดทั้งสองที่กล่าวถึงได้แก่ ผู้แก้ไขปัญหาก็ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดวิธีการแก้ปัญหาให้ลึกและมีความหลากหลาย โดยปราศจากการตัดสินว่าดีหรือถูกต้องหรือไม่ จากนั้นจึงประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคิดวิจารณ์ญาณ เพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาวางแผนการแก้ปัญหาบนเงื่อนไข บริบทและทรัพยากรที่มีอยู่ และนำแผนการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ โดยเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหา และกำกับตนเองขณะทำการแก้ปัญหาได้ เพื่อสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามการวิจัยในครั้งนี้ จึงหมายถึงกระบวนการเชิงพฤติกรรมที่มุ่งหาคำตอบและแก้ไขปัญหามีความซับซ้อน มีกระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งก่อให้เกิดแนวคิดที่แปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่า การแก้ปัญหานี้เป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง 1) การคิดสร้างสรรค์คือ การคิดหาวิธีแก้ไขปัญหามากหลาย แปลกใหม่ โดยปราศจากการตัดสินความคิดว่าดีหรือไม่ และ 2) การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณคือ การเชื่อมโยงเหตุผลของทางเลือก และประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่ได้คิดไว้ว่าวิธีใดจะเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

2. รูปแบบและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้มีการพัฒนาวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของนักการศึกษาหลาย ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของนักการศึกษาตามลำดับดังนี้

2.1 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Osborn ปี 1953

Isaksen and Treffinger (2004, pp. 75-101) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1953 เกิดจากความคิดของ Osborn ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของการสร้างรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นรูปแบบแรก ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่จะหาวิธีการใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยมีความเชื่อว่า คนทุกคนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และตัดสินใจโดย ในยุคเริ่มแรกนั้น Osborn ได้กำหนดกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ 7 ขั้นตอน มีชื่อว่า Osborn's Seven-Step CPS Process (V.1.0) และมีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Orientation) คือ สามารถระบุประเด็นปัญหาได้
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Preparation) เกี่ยวกับปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
3. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล คิดพิจารณา และแจกแจงข้อมูล
4. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) เป็นขั้นพิจารณาอย่างรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลายทาง
5. การพัฒนาความคิด (Incubation) เป็นขั้นของความคิด เมื่อเกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้ว ทำให้ความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งใช้หลักของการเชื่อมโยง
6. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการนำส่วนต่าง ๆ ของความคิดมารวมกัน ซึ่งบางครั้งเกิดในขั้นของการครุ่นคิดได้
7. การตรวจสอบข้อเท็จจริง (Verification) เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

2.2 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Osborn ปี 1963

Isaksen and Treffinger (2004, pp. 75-101) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1953 เกิดจากความคิดของ Osborn จากนั้น ในปี ค.ศ. 1963 Osborn ได้ย่อกระบวนการ 7 ขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เหลือเพียง 3 ขั้นตอน โดยมีชื่อว่า Osborn 's Three-Step Cps Process (V.1.1) และมี รายละเอียดดังนี้

1. การค้นหาความจริง (Fact - Finding) เป็นการระบุและชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่แท้จริง และจัดเตรียมด้วยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยตรง
2. การค้นหาความคิด (Idea - Finding) เป็นการกำหนดโครงร่างความคิดชั่วคราว และการพัฒนาความคิดที่ประกอบด้วยบทพบขั้นตอน การแก้ไข และการประกอบเข้าด้วยกัน
3. การค้นหาคำตอบ (Solution - Finding) เป็นการประเมินเพื่อหาคำตอบที่แท้จริง และให้การยอมรับด้วยการตัดสินใจและการนำคำตอบสุดท้ายไปใช้

2.3 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Torrance ปี 1965

Torrance (1965, อ้างถึงในอารี พันธุ์ณี, 2540, หน้า 7) ได้เสนอรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดผลงานที่แปลกใหม่ เป็นวิธีการที่ต้องการการแก้ปัญหาประกอบกับโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความพยายามในการแก้ปัญหาในลักษณะของการคิดแบบอเนกนัยที่นำไปสู่การสร้างสรรค์ได้สมบูรณ์แบบ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ เพื่อให้แก้ปัญหาตั้งต้นด้วยความยุ่งเหยิง สับสน ไปสู่การแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ และเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการปฏิบัติของความรู้ จินตนาการ การประเมินซึ่งเป็นผลผลิตใหม่ ความคิดใหม่ที่เป็นประโยชน์ และมีคุณค่าต่อบุคคลและสังคม กล่าวได้ว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Torrance เป็นการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยการตั้งสมมติฐาน การค้นหาข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและค้นพบข้อมูลที่ได้รับการยอมรับที่เป็นประโยชน์แปลกใหม่ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบสำคัญในการแก้ปัญหา มีความหลากหลาย แปลกใหม่ ชัดเจน และมีคุณค่า ดังนั้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Torrance จึงมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง (Fact - Finding)

ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวล มีความสับสนวุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติและหาข้อมูลพิจารณาดูว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding)

ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงเข้าใจและสรุปว่าความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายในใจนั้นก็คือ การมีปัญหาเกิดขึ้นนั่นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding)

ขั้นนี้ก็เกิดต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดตั้งสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding)

ในขั้นนี้ก็จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance - Finding)

ขั้นนี้ก็จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้ว จะแก้ปัญหาให้สำเร็จอย่างไร อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จบตรงนี้ แต่ผลที่ได้จากการค้นพบในขั้นนี้จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปที่เรียกว่า New Challenge

รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์เป็นการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดในลักษณะแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยการตั้งสมมติฐาน การค้นหาข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและการค้นพบ ข้อมูลที่ได้รับการยอมรับที่เป็นประโยชน์ แปลกใหม่ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ เป็นองค์ประกอบ สำคัญให้การแก้ปัญหามีความหลากหลาย

2.4 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborn and Parnes ปี 1967

Isaksen and Treffinger (2004, pp. 75-101) กล่าวว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นครั้งแรกโดย Osborn ที่ให้หลักการระดมสมอง จากนั้น Parnes ได้นำมาพัฒนาและเรียกรูปแบบนี้ว่า The Osborne Parnes Creative Problem Solving Process ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 6 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนก็ถึงกระบวนการสร้างสรรค์ว่าจะต้องทำอะไร เพื่อให้เกิดผลผลิต ความคิดสร้างสรรค์หนึ่งอย่างหรือมากกว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานการสร้างแนวคิดที่หลากหลายผ่านการระดมสมอง การร่วมกันพิจารณาซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการคิดแบบเดิม ดังนั้น ความสามารถในการประเมิน และกำหนดคุณค่าของความคิด เป็นความจำเป็นสำหรับการเลือกสรรประกอบที่เป็นประโยชน์ที่สุดของปัญหาทุกปัญหา สิ่งสำคัญของการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ให้ประสบผลสำเร็จก็คือ หลักการพิจารณา ร่วมกันและการวิพากษ์วิจารณ์ในเวลาที่เหมาะสม ซึ่งในช่วงแรกของแต่ละขั้นตอนจะเกี่ยวข้องกับการคิดแบบออกนอกรันย (Divergent Thinking) เป็นการกำหนดความคิด เช่น ความจริง การระบุปัญหา ความคิด เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินยุทธวิธี การนำไปใช้ หลังจากนั้นจะเป็นระยะของการคิดแบบเอกรันย (Convergent Thinking) ซึ่งจะเป็นการเลือกความคิดที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดเพื่อการวินิจฉัยในอนาคต โดยรูปแบบการแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ของ Osborn and Parnes มีชื่อว่า Osborn-Parnes CPS Process (V.2.2) ซึ่งมีกระบวนการ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาเป้าหมาย (Objective Finding)

ในขั้นตอนแรกนี้เป็นการแสดงความกังวลใจถึงสถานการณ์ ซึ่งแสดงถึงความท้าทาย และโอกาสในขณะนั้น หรือเป็นความวิตกกังวลที่ต้องการทำอะไรบางอย่าง หรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้บรรลุผลสำเร็จ หลังจากที่ทำความเข้าใจกับสภาพการณ์ที่สืบสนแล้ว ต้องมีการจดบันทึก รวบรวมความจริง สิ่งที่เกิดขึ้นในโอกาสข้างหน้า

ขั้นที่ 2 การค้นหาข้อมูล (Data Finding) หรือการค้นหาความจริง (Fact Finding)

ในขั้นตอนนี้เป็นการจดบันทึกข้อมูลหรือความจริงทั้งหมดที่เกี่ยวกับสภาพการณ์ หรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยตั้งคำถามกับตนเองว่า เกี่ยวข้องกับใคร ใครบ้าง กับอะไรบ้าง ตัวอย่างของปัญหาคืออะไร อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา เกิดขึ้นเมื่อไร เกิดขึ้นที่ไหน หรือจะเกิดขึ้นที่ไหน เกิดขึ้นอย่างไร หรือจะเกิดขึ้นอย่างไร ทำไมจึงเกิดขึ้น มีสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามากกว่านี้ ระดมสมองจากความรู้ที่ได้จากการตอบคำถามหลังจากนั้น เป็นการใช้การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) เพื่อพิจารณาและเลือกความจริงที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 การค้นหาปัญหา (Problem Finding)

ในขั้นตอนนี้ได้พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับสถานการณ์ระหว่างที่มีการค้นหาความจริง แล้วตัดสินใจว่าอะไรเป็นสิ่งที่ต้องการประสบผลสำเร็จ โดยตั้งคำถามกับตนเองว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร เป้าหมายคืออะไร เกี่ยวข้องกับอะไร ความท้าทายของตนเองคืออะไร มีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมอะไรอีกบ้าง ในขั้นนี้เป็นการใช้การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ด้วยการบันทึกสาเหตุของปัญหา แล้วถามตนเองว่า ทำไมจึงรู้สึกว่สิ่งนั้นอาจเป็นปัญหาคำตอบที่สะท้อนให้เห็นถึงเหตุผลต่าง ๆ ความต้องการหรือความเกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 การค้นหาความคิด (Idea Finding)

ในขั้นตอนนี้เป็นการพยายามตอบคำถามเกี่ยวกับสภาพของปัญหาด้วยความคิดที่หลากหลาย ที่แตกต่างกันไป ซึ่งอาจเป็นไปได้ การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่องของขั้นตอนนี้ เป้าหมายที่วางไว้ ทำให้เกิดความคิดมากมาย บ่อยครั้งที่เป็นประโยชน์ด้วยการกำหนดจำนวนของเป้าหมายก่อนการบันทึกการความคิดลงไป พยายามคิดให้ได้ 50-75 ความคิด ก่อนการตัดสินใจในทุกเรื่องแล้วนำมาเลือกใช้ความคิดที่เหมาะสมที่สุด ประมาณ 6-8 ความคิดที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 5 การค้นหาคำตอบ (Solution Finding)

ในขั้นตอนนี้ต้องมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานหรือการทดสอบที่ได้มาตรฐาน ที่นำมาใช้ในการใช้น้ำหนักกับคุณค่าของความคิด ที่ถูกเลือกไว้เกณฑ์เหล่านี้ เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคำตอบที่ถูกที่สุดสำหรับปัญหาที่เกิดขึ้น ความคิดเห็นที่แสดงออกมาเป็นผลจากคุณค่า เวลา ความไว้วางใจ ความดีงาม คุณธรรม ความปลอดภัย การยอมรับความเป็นไปได้ ผลในระยะยาว และความง่ายต่อการนำไปใช้ สิ่งเหล่านี้สามารถใช้พิจารณาเพื่อกำหนดเกณฑ์

ขั้นที่ 6 การค้นหาการยอมรับ (Acceptance Finding)

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ต้องมีการมีความพร้อมในการพัฒนาแผนสำหรับการปฏิบัติ ที่รับรองความสำเร็จในการนำไปใช้ของความคิดที่ดีที่สุด ความจำเป็นของการยอมรับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสูงสุด ควรระลึกว่าความคิดมีคุณค่าก็ต่อเมื่อได้ถูกนำมาใช้

รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborn and Parnes เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานการสร้างแนวคิดที่หลากหลายผ่านการระดมสมอง การร่วมกันพิจารณา ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการคิดแบบเดิม ดังนั้น ความสามารถในการประเมินและกำหนดคุณค่าของความคิด เป็นความจำเป็นสำหรับการเลือกส่วนประกอบที่เป็นประโยชน์ที่สุดของทุกปัญหา สิ่งสำคัญของการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ให้ประสบผลสำเร็จ คือหลักของการพิจารณาร่วมกัน และการวิพากษ์วิจารณ์ในเวลาที่เหมาะสม

2.5 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Isaken และ Treffinger ปี 1991

Isaken และTreffinger (1991, pp. 89-93) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วยหลักการ 3 ข้อ และแยกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจในปัญหา (Understanding the Problem) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้
 - 1.1 Mess finding ค้นพบว่าปัญหาเกิดขึ้น
 - 1.2 Data finding สืบหาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อพิจารณาข้อมูลที่สำคัญซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหา
 - 1.3 Problem finding พิจารณาค้นหาปัญหาที่สำคัญที่สุด
2. การลงความเห็น (Generation Idea) ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน
 - 2.1 Idea finding เป็นการระดมความคิดที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอวิธีแก้ปัญหา
3. การวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ (Planing for Action) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

3.1 Solution finding เป็นการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยการพัฒนาเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์แนวทางที่เป็นไปได้แล้วจึงตัดสินใจเลือกเกณฑ์

3.2 Acceptance finding เป็นการยอมรับผลที่ได้เพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป

2.6 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Parnes ปี 1992

Parnes (1992, pp. 189 - 194) ได้พัฒนาและนำกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้กับนักเรียนในโรงเรียน โดยเพิ่มขั้นตอนการสร้างการยอมรับ (Acceptance Finding) ในขั้นตอนที่ 6 ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ (Situation)
2. การค้นหาความจริง (Fact Finding) เป็นการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้เพื่อให้รู้ว่ามีสิ่งที่เป็นบกพร่องหรือผิดปกติเกิดขึ้น
3. การค้นหาปัญหา (Problem Finding) เป็นการมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์
4. การค้นหาความคิด (Idea Finding) เป็นการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหา เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการรวบรวมความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐาน
5. การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) เป็นการปฏิบัติตามทางเลือกของการแก้ปัญหาจากสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ
6. การยอมรับสิ่งที่ค้นพบ (Acceptance Finding) เป็นการตรวจสอบและประเมินกระบวนการคิดและคำตอบที่ได้

จากการศึกษาลักษณะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Parnes พบว่า มีโครงสร้างการจินตนาการ และเน้นการคิดหาทางเลือกหลาย ๆ แบบก่อนที่จะเลือกเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดหมายเพื่อให้ผู้แก้ปัญหา ตั้งต้นจากความยุ่งเหยิง หรือความสับสนไปสู่การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และพัฒนาพฤติกรรมสร้างสรรค์ ได้แก่ การให้บุคคลใช้ความรู้ จินตนาการ และประเมินสิ่งเร้าต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกในการผลิตความคิดใหม่ และเขียนรายงานการวางแผนที่มีคุณค่า โดย Parnes ระบุว่า ความสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมที่ฝึกฝนและเรียนรู้ได้ ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่ลักษณะที่มาจากกำเนิดและคงที่ มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกันมากบ้าง น้อยบ้างตามความแตกต่างระหว่างบุคคล และสามารถฝึกหรือพัฒนาได้ ดังนั้น รูปแบบของการเรียนต้องมีการฝึกฝน ได้เรียนรู้จากตัวอย่าง และการให้มีโอกาสใช้ในชีวิตประจำวัน โดยคิดว่าความรู้เป็นสิ่งที่ทำให้คนมีความสร้างสรรค์ คนเราจะมีควมสร้างสรรค์ โดยปราศจากความรู้ไม่ได้ (Maker, 1982 as cited in Parnes, 1976)

2.7 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Breck ปี 1992

Breck (1992, p. 450) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Difinition of The Problem) เป็นการหาขอบเขตและสาเหตุของปัญหา
2. การค้นหาทางเลือกที่หลากหลาย (Finding Alternative Courses of Action) เป็นการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย
3. การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Deciding which Courses of Action to Follow) โดยการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในระดับที่ 2
4. การนำทางเลือกที่เลือกไว้ไปใช้แก้ปัญหา (Technical Implementation of The Solution) ซึ่งเป็นการเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาและยอมรับผลที่ได้จากการแก้ปัญหาดังกล่าว
5. การนำไปใช้แก้ปัญหาในเชิงสังคม (Social Implementation of The Solution) เป็นการนำเอาแนวความคิดที่ได้ผ่านกระบวนการข้างต้นไปใช้วางโครงร่างเพื่อใช้ในงานสร้างสรรค์อื่น ๆ ต่อไป

จากกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ข้างต้น ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดังตาราง 2

ตาราง 2 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(Creative Problem Solving ,CPS)

Osborn (1953)	Osborn (1963)	Torrance (1965)	Osborn and Parn(1967)	Isaken&Trefinger (1991)	Parnes (1992)	Breck (1992)	ผลการสังเคราะห์ กระบวนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
1. การกำหนดปัญหา (Orientation)	1. การค้นหา ความจริง (Fact - Finding)	ขั้นที่ 1 การ ค้นหาความจริง (Fact - Finding)	ขั้นที่ 1 การ ค้นหาเป้าหมาย (Objective Finding)	1. การทำความเข้าใจ ในปัญหา (Understanding the Problem)	1. การกำหนด ปัญหาหรือ สถานการณ์ (Situation)	1. การกำหนด ปัญหา (Difinition of The Problem)	1.การค้นหาความจริง หมายถึง กระบวนการ ในการค้นหาข้อมูล จากสถานการณ์หรือ ข้อเท็จจริงจาก สถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ กำหนดไว้ เพื่อการ ตัดสินใจและพิจารณา สภาพปัญหา
2. การเก็บรวบรวม ข้อมูล (Preparation)			ขั้นที่ 2 การ ค้นหาข้อมูล (Data Finding) หรือการค้นหา ความจริง (Fact Finding)		2. การค้นหา ความจริง (Fact Finding)		

ตาราง 2 (ต่อ)

Osborn (1953)	Osborn (1963)	Torrance (1965)	Osborn and Parn(1967)	Isaken&Trefinger (1991)	Parnes (1992)	Breck (1992)	ผลการสังเคราะห์ กระบวนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
3. การวิเคราะห์ (Analysis)		ขั้นที่ 2 การ ค้นพบปัญหา (Problem - Finding)	ขั้นที่ 3 การ ค้นหาปัญหา (Problem Finding)	2. การลง ความเห็น (Generation Idea)	3. การค้นหา ปัญหา (Problem Finding)	2. การค้นหา ทางเลือกที่ หลากหลาย (Finding Alternative Courses of Action)	2.การค้นหาปัญหา หมายถึง การค้นหา ปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้น จากสถานการณ์นั้น ๆ และพิจารณาสาเหตุ ของปัญหาได้อย่าง สมเหตุสมผล
4. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)	2. การค้นหา ความคิด (Idea - Finding)	ขั้นที่ 3 การ ตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding)	ขั้นที่ 4 การ ค้นหาความคิด (Idea Finding)	3. การวางแผน เพื่อลงมือปฏิบัติ (Planing for Action)	4. การค้นหา ความคิด (Idea Finding)	3. การตัดสินใจ เลือกทางเลือกที่ ดีที่สุด(Deciding which Courses of Action to Follow)	3. การค้นหาแนวคิด หมายถึง การค้นหา แนวคิดหรือขอบเขตของ ปัญหา เพื่อหาแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหาที่ เป็นไปได้ให้มากที่สุด
5. การพัฒนา ความคิด (Incubation)							

ตาราง 2 (ต่อ)

Osborn (1953)	Osborn (1963)	Torrance (1965)	Osborn and Parn(1967)	Isaken&Trefinger (1991)	Parnes (1992)	Breck (1992)	ผลการสังเคราะห์ กระบวนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
6. การสังเคราะห์ (Synthesis)	3. การค้นหา คำตอบ	ขั้นที่ 4 การ ค้นพบคำตอบ	ขั้นที่ 5 การ ค้นหาคำตอบ		5. การค้นหา คำตอบ	4. การนำ ทางเลือกที่เลือก ไว้ไปใช้	4. การค้นหาคำตอบ หมายถึง กระบวนการ ในการกำหนดเกณฑ์ที่ ได้มาตรฐาน และการ แสดงรายละเอียดแต่ละ ขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยระบุผลที่เกิดขึ้นใน แต่ละขั้นตอน เพื่อเป็น ทางเลือกที่ได้เลือกไว้ไป ใช้ในการแก้ปัญหา
7. การตรวจสอบ ข้อเท็จจริง (Verification)	(Solution - Finding)	(Solution - Finding)	(Solution Finding)		(Solution Finding)	แก้ปัญหา (Technical Implementation of The Solution)	

ตาราง 2 (ต่อ)

Osborn (1953)	Osborn (1963)	Torrance (1965)	Osborn and Parn(1967)	Isaken&Trefinger (1991)	Parnes (1992)	Breck (1992)	ผลการสังเคราะห์ กระบวนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
		ขั้นที่ 5 การ ยอมรับผลจาก การค้นพบ (Acceptance - Finding)	ขั้นที่ 6 การ ค้นหาการ ยอมรับ (Acceptance Finding)		6. การยอมรับ สิ่งที่ค้นพบ (Acceptance Finding)	5. การนำไปใช้ แก้ปัญหาในเชิง สังคม (Social Implementation of The Solution)	5.การสร้างสรรค์แนวคิด ใหม่ หมายถึง การนำ แนวคิดที่ได้ไปใช้ในการ แก้ปัญหาที่เป็นแนวคิด ใหม่ หรือวิธีการใหม่ เพื่อการสร้างสรรค์ ผลงาน

ตาราง 3 ผลการสังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Osborn (1963)	Torrance (1965)	Osborn and Parn(1967)	Isaken&Trefinger (1991)	Parnes (1992)	Breck (1992)	ผลการสังเคราะห์ ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
การค้นหาคความ จริง (Fact Finding)	การค้นหาคความ จริง (Fact - Finding)	การค้นหาเป้าหมาย (Objective Finding) การค้นหาข้อมูล (Data Finding) หรือ การค้นหาคความจริง (Fact Finding)	การทำความเข้าใจ ในปัญหา (Understanding the Problem)	การกำหนดปัญหา หรือสถานการณ์ (Situation) การค้นหาคความจริง (Fact Finding)	การกำหนดปัญหา (Difinition of The Problem)	1. ความสามารถในการ ค้นพบคความจริง (Fact Finding Ability)
	การค้นพบปัญหา (Problem - Finding)	การค้นหาปัญหา (Problem Finding)	การลงคความเห็น (Generation Idea)	การค้นหาปัญหา (Problem Finding)	การค้นหาทางเลือก ที่หลากหลาย (Finding Alternative Courses of Action)	2. ความสามารถในการ ค้นพบปัญหา (Problem Finding Ability)

ตาราง 3 (ต่อ)

Osborn (1963)	Torrance (1965)	Osborn and Parn(1967)	Isaken&Trefinger (1991)	Parnes (1992)	Breck (1992)	ผลการสังเคราะห์ ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
การค้นหา ความคิด (Idea - Finding)	การค้นหา ความคิด (Idea - Finding)	การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding)	การค้นหาความคิด (Idea Finding)	การวางแผนเพื่อลง มือปฏิบัติ (Planing for Action)	การค้นหาความคิด (Idea Finding)	3. ความสามารถในการ ค้นหาแนวคิด (Idea Finding Ability)
การค้นหาคำตอบ (Solution - Finding)	การค้นหาคำตอบ (Solution - Finding)	การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding)	การค้นหาคำตอบ (Solution Finding)		การค้นหาคำตอบ (Solution Finding)	4. ความสามารถในการ ค้นหาแนวคิด (Idea Finding Ability)
		การยอมรับผลจาก การค้นพบ (Acceptance - Finding)	การค้นหาการ ยอมรับ (Acceptance Finding)		การยอมรับสิ่งที่ ค้นพบ (Acceptance Finding)	5. ความสามารถในการ สร้างสรรค์แนวคิดใหม่ (Creating New Challenge Ability)

จากตาราง 2 และ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา ได้แก่ Osborn(1963), Torrance (1965), Osborn and Parnes (1967), Isaken and Treffinger (1991), Parnes (1992) และ Breck (1992) แล้วสังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้ สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการค้นพบความจริง (Fact Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนดไว้ เพื่อการตัดสินใจและพิจารณาสภาพปัญหา

2. ความสามารถในการค้นพบปัญหา (Problem Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้น ๆ และพิจารณาระบุนสาเหตุของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

3. ความสามารถในการค้นหาแนวคิด (Idea Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหาเพื่อหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด

4. ความสามารถในการค้นหาคำตอบ (Solution Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ที่ได้มาตรฐาน และการแสดงรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยระบุนผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นทางเลือกที่ได้เลือกไว้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

5. ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ (Creating New Challenge Ability) หมายถึง ความสามารถในการนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นแนวคิดใหม่ หรือวิธีการใหม่ เพื่อการสร้างสรรค์ผลงาน

4. การประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (Guilford, 1973, pp. 167-188) กล่าวว่า กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์และการคิดการแก้ปัญหา มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นผลผลิตใหม่นั้น นับเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ในการอธิบาย การประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงสามารถนำหลักเกณฑ์การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์มาอธิบายไปด้วยกัน

ยัง (Young, 1986, pp. 77-78) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลงานว่า ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความแปลกใหม่ (Newness) โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ

1.1 ใหม่ในฐานะต้นคิด(New as Original)

1.2 ใหม่จากกลุ่มอ้างอิง(New as Statistically Infrequency)

1.3 ใหม่ในลักษณะที่แตกต่างจากแนวทางทั่วไป (New as a Change from the Regular Way)

1.4 ใหม่ในฐานะที่สร้างขึ้นใหม่ (New as Renovated Rejuvenated or Regenerated)

2. ความมีคุณค่า (Value Serve) โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ

2.1 คุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ผลงาน(Value to the Creator)

2.2 คุณค่าต่อผู้อื่น (Value to others)

สำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยง และการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จะพิจารณาจากความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องเสี่ยงและการได้ยินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. การสังเกตพฤติกรรมและการใช้คำถามเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระหว่างการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้สอนจะคอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคลและกลุ่มเพื่อพัฒนาการความก้าวหน้าในการแสดงออกของการปฏิบัติกิจกรรมที่แสดงถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบกับการใช้ประเด็นคำถามเพื่อจูงใจในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5. บทบาทและลักษณะครูในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ปาร์น (Maker, 1982 as cited in Parnes, 1976) เสนอแนะว่า บทบาทของครูในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็น การส่งเสริมความซื่อสัตย์ของนักเรียน การให้เวลานักเรียนในการบ่มเพาะความคิดโดยไม่ด่วนตัดสินความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดให้มากที่สุด ใช้คำถามอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนได้คิดสร้างสรรค์ และเก๋ียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549) และ Weir (1974, pp. 16-18) ได้นำเสนอหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนที่ผู้วิจัย สามารถสรุปได้ 7 ประการ ได้แก่

1. การฝึกนักเรียนให้สามารถมองปัญหาได้อย่างถูกต้องและตามความเป็นจริง ไม่เพิกเฉยต่อปัญหาทำให้นักเรียนมองว่าปัญหาเป็นเรื่องปกติที่ทุกคนต้องเผชิญและแก้ไขเป็นการ

เริ่มต้นวิเคราะห์ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร

2. การตัดสินใจคำนิยามของปัญหาเป็นการระบุปัญหาในเชิงนิยามนั่นเอง โดยต้องระบุตามความเป็นจริงมากกว่าการระบุตามความเหมาะสม

3. เรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา กล่าวคือ การเชื่อมโยงระหว่างปัญหาเข้าด้วยกันว่าปัญหาใดเกิดขึ้นก่อนและปัญหาใดเป็นปัญหาที่เล็กน้อยเมื่อลำดับความสำคัญและเชื่อมโยงระหว่างปัญหาได้แล้วก็ทราบว่าปัญหาใดสมควรต้องได้รับการแก้ไข

4. ใช้ความคิดพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยหาและขยายกรอบความคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งใหม่ และใช้ความคิดเชิงตรรกะหรือความคิดวิจารณ์ญาณในการเชื่อมโยงเหตุผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาทางเลือกที่ดีที่สุดหรือเมื่อพบอุปสรรคก็หยุดพักสักเล็กน้อยเพื่อเรียกความคิด

5. ใช้ชุดคำถามที่ง่าย ๆ ในชีวิตประจำวันนักเรียนเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดความคิดในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ขึ้นมา อาจจะใช้เรื่องจริงที่พบเห็นมาเล่าการเล่นบทบาทสมมติมาเป็นสื่อในการทำให้เกิดความคิดขึ้น

6. ฝึกการเข้าใจผู้อื่นซึ่งเป็นกระบวนการพิจารณาปัญหาว่าวิธีการใดที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดฝึกการทำงานเป็นกลุ่มหรือการระดมสมองเพื่อประสิทธิภาพการแก้ปัญหาและเพิ่มจำนวนของทางเลือกในการแก้ปัญหา

7. ครูจะไม่ตัดสินความคิดของนักเรียนแต่พยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้มากที่สุด ให้ลึกที่สุด และให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงเหตุและผล เนื่องจากการคิดที่หลากหลายเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของฮอสบอร์นและปาร์นพบความสำเร็จ

จากการศึกษาอิสระของสิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้ศึกษาคุณลักษณะของครูที่สอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จากการสัมภาษณ์และการศึกษาเอกสารผู้วิจัยจะขอเสนอส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้ากับการสอนการแก้ปัญหา โดยได้ระบุว่าลักษณะของครูที่สอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนั้น ได้แก่

1. ใจกว้างรับฟังความเห็นจากคนทั่วไปได้พัฒนาและปรับปรุงตนเองเสมอ
2. ประสานงานกับคนอื่นได้ดีมีมนุษยสัมพันธ์สามารถประสานกับคนหรือองค์กรต่าง ๆ เพื่อดึงความสามารถของบุคคลหรือองค์กรเหล่านั้นมาพัฒนาความคิดให้กับนักเรียน
3. เป็นคนชอบงานสร้างสรรค์ทำทนาย
4. รักเด็กรักวิชาซีพของตนและรักที่จะสนับสนุนเด็ก

5. เคารพความคิดเห็นของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ
6. มีความเข้าใจปัญหาทางสังคม มองเห็นว่าสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีส่วนทั้งทำลายและสร้างสรรค์เด็กที่มีความสามารถพิเศษ
7. สร้างการเรียนรู้ให้เป็นเรื่องสนุกสนานสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่ดี
8. มีกระบวนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้อย่างหลากหลายยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้
9. ไวและมีทักษะในการสังเกตการฟังการมองเห็นและเข้าใจในความคิดความจําหรือกริยาของเด็กหรือพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดของเด็ก
10. มีอารมณ์ขันอารมณ์ขันสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ สร้างสัมพันธภาพที่ดี และส่งเสริมสุขภาพจิตของเด็กปัญญาเลิศครูที่มีอารมณ์ขันมักเป็นคนที่มีมองโลกในด้านดีมีความเชื่อมั่นในตนเอง

วิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ธีราพร นามวงษ์ (2555) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน” โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล และทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนขามแก่นนคร อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 1) แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 7 แผน
- 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ
- 3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์เรื่อง ของไหล ประกอบไปด้วย 8 สถานการณ์ตามความรู้ในเรื่องต่าง ๆ จำนวน 32 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ “ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษานักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล เป็น 11.60 และ 2.67 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล เป็น 19.56 และ 5.48 ตามลำดับ และก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล เป็น 1.27 และ 0.82 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล เป็น 3.16 และ 0.71 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล หลังเรียนกับก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์เรื่อง ของไหล สูงขึ้น

นิจวรรณ พิมศิริ (2555) ได้ทำวิจัย เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)" โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนนาแห้ววิทยา อำเภอ นาแห้ว จังหวัดเลย จำนวนทั้งหมด 35 คน การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท 1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์ ตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน(PBL) ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา จำนวน 3 แผน 12 ชั่วโมง 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) 1) แบบสัมภาษณ์นักเรียน 2) ใบกิจกรรม 2.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตามกระบวนการแก้ปัญหาของ Weir มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.61 ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากการที่นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทดลอง และลงมือปฏิบัติสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจากประสบการณ์การเรียนรู้มาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของ Weir 2) นักเรียนร้อยละ 82.86 ของนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.23 คะแนน ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สุพิธา ดาวเรือง (2555) ได้ทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนา รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้การเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมีวัตถุประสงค์ ของงานวิจัย คือ เพื่อพัฒนา รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐาน และเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นงานวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียน โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แบบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (2) เว็บบการเรียนตามรูปแบบฯ (3) แบบสังเกตร่องรอยบนวิกิ โดยผู้วิจัย ได้ออกแบบจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการเก็บข้อมูลจากการ สัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง แล้วสรุปเป็นรูปแบบการเรียน แบบ ผสมผสาน โดยใช้การเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีองค์ประกอบ 4 อย่าง ได้แก่ (1) สื่อการสอน (2) ระบบจัดการเรียนรู้ (3) การติดต่อสื่อสาร (4) การวัดและประเมินผล ขั้นตอนของรูปแบบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขึ้นตั้งจุดมุ่งหมาย (2) ขึ้นสอนเนื้อหา (3) ขึ้นนำ (4) ขึ้นกิจกรรม (5) ขึ้นอภิปราย (6) ขึ้นนำเสนอผลงาน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมในกลุ่มทดลองมีความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนสูงกว่าก่อนการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558) ได้ทำวิจัย เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ ตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมีวัตถุประสงค์ ของงานวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการตามแนวคิด STEM Education 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ โครงการตามแนวคิด STEM Education กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนดีวิทยาาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงการตามแนวคิด STEM Education เรื่อง ปฏิกริยาเคมี 2) แบบวัดความสามารถในการ

แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบประเมินชิ้นงาน ทำการเก็บข้อมูลระหว่างเรียน ด้วยแบบประเมินชิ้นงานและเก็บข้อมูลหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเก็บข้อมูลแล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วย t-test ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 ซึ่งอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วยการทำโครงงาน ได้ใช้ความรู้จากศาสตร์ สาขาวิชาทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแยกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ยังพบอีกว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนการสอน แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education มาประยุกต์ใช้ได้ดีและยังสามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังได้ใช้ความรู้ของแต่ละคนได้อย่างเต็มความสามารถอีกด้วย

อภิชัย เหล่าพิเดช (2556) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่อง ปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องปัญหาทางสังคมของไทยของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 52 คนที่กำลังศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องปัญหาทางสังคมของไทยโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 4) แบบสอบถาม ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ

เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ(%), ค่าเฉลี่ย(\bar{X}), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), การทดสอบค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน(Dependent) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปัญหาทางสังคมของไทยด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่อง ปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และ 3)ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Sungun, S. Tekkaya, C. and Omer, G. (2006, อ้างถึงในกัญญาวีร์ ชายเรียน, หน้า 138) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลของวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการปฏิบัติ (academic achievement and performance Skills) เรื่อง ระบบขับถ่ายของมนุษย์ โดยทำการทดลองในนักเรียนเกรด 10 จำนวน 61 คน เปรียบเทียบกับ นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบดั้งเดิมคือ สอนตามเนื้อหาในวิชาชีววิทยาที่เน้นการบรรยาย โดยทำการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะปฏิบัติของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และผู้เรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการปฏิบัติ (Performance skills) โดยมีทักษะใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการใช้ข้อมูลที่ตรงหรือสัมพันธ์กับปัญหา (Use relevant information in addressing the problem) 2) ด้านการจัดระบบความไม่แน่นอน (Articulate uncertainties) 3) ด้านการจัดระบบความคิดรวบยอด (Organization concepts) 4) ด้านการแปลความหมายข้อมูล (Interpret information) หลังการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Certinkaya (2014) ได้ทำการศึกษา "ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาผลของการสอนด้วยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษที่อยู่ในช่วงอายุระดับกลาง จำนวน 47 คน ในช่วงภาคเรียนฤดูร้อนปี 2010 ในตุรกี โดยแบ่งกลุ่มเพื่อทำการศึกษออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัย พบว่า คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) ส่วนคะแนนสอบก่อนเรียน

และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ในการศึกษาครั้งนี้ยังทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพของผู้เรียน เช่น ความคล่องแคล่ว การคิดริเริ่ม การระบุนายละเอียด เป็นต้น ที่จะสามารถนำไปพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้ ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองด้วยการถูกกระตุ้นให้อยากรู้ อยากเห็นเพื่อผู้เรียนสนใจที่จะแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองออกมา

Puccio (1999, อ้างถึงใน เกษทิพย์ ศิริชัยศิลป์, หน้า 153) ได้สำรวจลักษณะของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนการสอนด้วยกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ผลวิจัย พบว่าบุคลิกของนักเรียนประกอบด้วย 1) ผู้ทำความเข้าใจ (Clarifier) คือ บุคคลประเภทที่ต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ให้กระจ่างแจ้งชัดเจน บุคคลประเภทนี้มักจะมีบทบาทในขั้นตอนการเข้าใจความท้าทายหรือขั้นการทำความเข้าใจกับปัญหา (Problem Finding) 2) การเป็นผู้สะสมข้อมูล (Collector) จะเป็นผู้ที่หาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา จะเป็นผู้ที่ใช้ข้อมูลและมีมุมมองต่อสถานการณ์ของปัญหาในภาพกว้าง บุคคลประเภทนี้จะมีบทบาทในขั้นการรับรู้ปัญหา (Mess finding) และการค้นพบข้อมูล (Data Finding) 3) การเป็นผู้คิด (Ideator) บุคคลลักษณะนี้เป็นคนที่มีจินตนาการ เพื่อสะท้อนความคิดไปสู่ความคิดใหม่ ๆ ชอบคิดแบบเบี่ยงเบน (Divergent Thinking) บุคคลลักษณะนี้เหมาะกับการแก้ปัญหในขั้นการสร้างความคิดในการหาวิธีการแก้ปัญห (Idea Finding) 4) ผู้พัฒนา (Developer) บุคคลประเภทนี้เป็นบุคคลที่จะประเมินกลั่นกรองวิธีการแก้ปัญหโดยมีลักษณะการคิดแบบเอกนัย (Convergence thinking) ซึ่งมีบทบาทในขั้นตอนการค้นพบทางในการแก้ปัญห (Solution Finding) และ 5) ผู้บริหาร (Executor) บุคคลประเภทนี้จะเน้นที่การปฏิบัติและการบริการแนวคิดและวิธีการให้ไปสู่ความสำเร็จ บุคคลประเภทนี้จะมีบทบาทในขั้นตอนการค้นพบทางในการแก้ปัญห (Solution Finding) และขั้นตอนการสร้างการยอมรับ (Building Acceptance)

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า มีการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในด้าน การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายของงานวิจัย และผู้เรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเช่นกัน ผู้วิจัยจึงจะได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการไต่บัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ ใช้แบบแผนการวิจัย แบบ one group posttest only design ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก จาก 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One-Group Posttest only Design) (ไพศาล วรคำ, 2556, หน้า 141) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 4 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลัง
E	X	O

หมายเหตุ E แทน กลุ่มตัวอย่าง (Experiment group)

X แทน การวิจัยโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

O แทน การสอบหลังเรียน (Posttest)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น 4 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เสียงและสมบัติของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เสียงและการได้ยิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้องของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ และคลื่นกระแทก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมาย มาตรฐาน และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาตามผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาที่ใช้สอนใน
แต่ละแผน รวม 4 แผน เวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เสียงและสมบัติของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เสียงและการได้ยิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้องของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ และคลื่นกระแทก

1.3 ศึกษาแนวคิด รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักวิชาการหลาย ๆ ท่าน
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

1.4 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง เสียงและการได้ยิน โดยมีขั้นตอนการสอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งมีแนวทางในการเลือกปัญหามาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เหมาะสมกับผู้เรียน มีวิธีแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง และสามารถนำไปสู่การเรียนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายชั่วโมง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะ และนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีตำแหน่งชำนาญการขึ้นไป เพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยถือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์พิจารณา โดยปรับจากบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 72) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	แปลความหมายว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยนำผลการตอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งค่าเฉลี่ย 3.00 - 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์มีความเหมาะสม ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมแล้วพบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 (รายละเอียดแสดงในตาราง 8 ในภาคผนวก ค)

1.8 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 ศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาตามผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน

2.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้สถานการณ์ทางฟิสิกส์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 สถานการณ์ โดยให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดจำนวน 5 คำถาม ที่สะท้อนลักษณะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการค้นพบความจริง 2) ความสามารถในการค้นพบปัญหา 3) ความสามารถในการค้นพบแนวคิด 4) ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา และ 5) ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ต้องการใช้คือ 4 สถานการณ์ ออกข้อสอบจำนวน 8 สถานการณ์

2.4 สร้างเกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ปรับจากบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 72) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	แปลความหมายว่า	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	แปลความหมายว่า	มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	แปลความหมายว่า	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	แปลความหมายว่า	น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	แปลความหมายว่า	น้อยที่สุด

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบวัดสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบวัดสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบวัดไม่สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 (รายละเอียดแสดงในตาราง 9 ในภาคผนวก ค)

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 8 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 5 ข้อย่อย ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6/1 โรงเรียนนครชุมพิทยารักษ์มิ่งคลาภิเชก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 31 คน ที่เคยผ่านการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.8 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่ายของ Whitney and Sabers พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.26 ซึ่งสามารถใช้ได้ 4 สถานการณ์ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.44 โดยผู้วิจัยทำการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 4 สถานการณ์ (รายละเอียดแสดงในตาราง 10 ในภาคผนวก ค)

2.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6/1 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน เพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2.10 จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม จำนวน 29 คน ดังนี้

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่วางไว้ โดยก่อนอื่นต้องอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจสิ่งที่นักเรียนจะได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน ในครั้งนี้

2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. ตรวจสอบพิจารณาให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามเกณฑ์และวิธีการให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ผลการทดสอบจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำมาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยเทียบกับเกณฑ์ประเมินระดับ

2. การวิเคราะห์ผลการทดสอบจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยค่า One sample t-test เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติบรรยาย

1.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 123-124)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 126)

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

เมื่อ	S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละคน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item - Objective Congruence : IOC) (พิชญ์ พงศ์ศรี, 2554, หน้า 155)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) โดยใช้สูตรดัชนีค่าความยาก (P_o) ของ ดี อาร์ ไวทนี และ ดี แอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2552, หน้า 149-150)

$$P_o = \frac{S_u + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_o	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตรดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) ของ ดี อาร์ ไวทนี และ ดี แอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2552, หน้า 149-150)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{Max} - X_{Min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{Max}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
	X_{Min}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งฉบับ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach Alpha Coefficient) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2552, หน้า 158)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์แอลฟา)
	n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้อ้างอิง

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์เทียบกับเกณฑ์ ใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 238)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S_X}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่
	μ	แทน	เกณฑ์ที่กำหนด
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง

S_x แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลอง
N แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เสียงและสมบัติของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เสียงและการได้ยิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้องของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ และคลื่นกระแทก

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)										ภาพรวม		ระดับ คุณภาพ
	ระหว่างเรียน										คะแนน เฉลี่ย CPS	S.D.	
	การ ค้นพบ ความจริง		การ ค้นพบ ปัญหา		การ ค้นพบ แนวคิด		การค้นพบ วิธีการ แก้ปัญหา		การ สร้างสรรค์ แนวคิดใหม่				
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.			
1	3.83	0.76	3.93	0.53	3.45	0.69	3.62	0.78	3.86	0.52	3.74	0.40	มาก
2	4.17	0.47	4.10	0.41	3.69	0.60	3.66	0.61	3.97	0.50	3.92	0.30	มาก
3	4.31	0.47	4.10	0.62	4.03	0.78	3.93	0.53	4.07	0.59	4.09	0.36	มาก
4	4.41	0.50	4.21	0.56	4.10	0.56	4.03	0.42	4.14	0.52	4.18	0.34	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.18	0.55	4.09	0.53	3.82	0.66	3.81	0.59	4.01	0.53	3.98	0.35	มาก
ระดับ CPS	มาก		มาก		มาก		มาก		มาก		มาก		

จากตาราง 5 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.98$, S.D. = 0.35) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านของพฤติกรรมย่อยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมากทุกด้าน สามารถเรียงลำดับจากคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ลำดับที่หนึ่ง คือ ความสามารถในการค้นพบความจริง ($\bar{x} = 4.18$, S.D. = 0.55) ลำดับที่สอง คือ ความสามารถในการค้นพบปัญหา ($\bar{x} = 4.09$, S.D. = 0.53) ลำดับที่สาม คือ ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ($\bar{x} = 4.01$, S.D. = 0.53) ลำดับที่สี่ คือ ความสามารถในการค้นพบแนวคิด ($\bar{x} = 3.82$, S.D. = 0.66) และลำดับสุดท้าย คือ ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ($\bar{x} = 3.81$, S.D. = 0.59)

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29 คน ศึกษาได้จากการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	% of Mean	t	p
หลังเรียน	29	100	80.10	6.13	80.10	8.88*	0.0000

*p < .05

จากตาราง 6 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.10 คิดเป็นร้อยละ 80.10 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การวิจัย สมมติฐานการวิจัย ขอบเขตการวิจัย สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

1. ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก จาก 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนอยู่ในระดับมากทั้งภาพรวมและทุกด้านย่อย สามารถเรียงลำดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากมากไปหาน้อย ดังนี้ ความสามารถในการค้นพบความจริง ความสามารถในการค้นพบปัญหา ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ความสามารถในการค้นพบแนวคิด และความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนอยู่ในระดับมากทั้งภาพรวมและทุกด้านย่อย สามารถเรียงลำดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากมากไปหาน้อย ดังนี้ ความสามารถในการค้นพบความจริง ความสามารถในการค้นพบปัญหา ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ความสามารถในการค้นพบแนวคิด และความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ปฏิบัติจริงทุกขั้นตอน ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบปัญหาด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ด้วยการตั้งคำถามที่เร้าความสนใจ เพื่อปูพื้นฐานความรู้สำหรับเนื้อหาใหม่ นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย นำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์ปัญหาด้วยหลักเหตุผล หาทางเลือกและตัดสินใจ และนำเสนอผลงานในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์

จนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 1) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และที่ครูกำหนดให้ เพื่อเป็นสื่อการเรียนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของดาร์วิน ชัยพิลา (2558) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นขั้นตอนด้วยการทำโครงงาน ได้ใช้ความรู้จากศาสตร์สาขาวิชาทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ใหม่

และเมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พบว่า ความสามารถในการค้นพบความจริง เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุด เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ โดยมีการสืบค้นข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา เพื่อการตัดสินใจและพิจารณาสภาพปัญหาที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งเป็นทักษะแรกของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นำไปสู่ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในขั้นต่อไป สอดคล้องกับแนวคิดของวัฒนา รัตนพรหม (2548, หน้า 33-40) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการทำความเข้าใจและการแก้ปัญหา ซึ่งใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นอยู่ตามสภาพจริงมากระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เลือกรื้อหาที่ความต้องการจะเรียนรู้ และแสวงหาความรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้อันเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบปัญหาด้วยตนเอง ได้ทำความเข้าใจปัญหา วิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์ปัญหาด้วยหลักเหตุผล หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ ทำให้ได้รับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา นักเรียนจึงเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ มีความสนใจที่ค้นหาคำตอบหรือหาสาเหตุของปัญหา และสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้ร่วมกันค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนจึงมีความสามารถในการตัดสินใจและพิจารณาสภาพปัญหาเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนได้กำหนดขอบเขตของปัญหา ตั้งเป้าหมายของการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนจึงได้ค้นพบแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ในขั้นนี้ นักเรียนจะเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากที่สุด ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการดำเนินการศึกษาค้นคว้ามานำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม อภิปรายผลในแต่ละขั้นตอน นักเรียนจึงสามารถสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือไม่ อย่างไร ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในชั้นเรียน ครูและนักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง นักเรียนจึงสามารถประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าของแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด เพื่อนำข้อมูลมาเป็นทางเลือกไว้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ใหม่โดยประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหา และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย โดยมีครูและผู้เรียนทุกกลุ่มร่วมกันประเมินผลงาน สอดคล้องกับแนวคิดของสิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554, หน้า 13) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา

รวมถึงการพัฒนาสภาวะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์และการคิด
 วิจารณ์ญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดลึกและหลากหลายที่สุด ปราศจากการตัดสินต่าง ๆ
 ว่าดีหรือไม่ดี จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ในการเลือก
 และประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไป
 แก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองได้เพื่อที่จะแก้ปัญหาได้ด้วย
 ความรอบคอบและสมบูรณ์ สอดคล้องกับผลวิจัยของดาร์วิน ชัยพิลา (2558) ที่ได้ทำการศึกษา
 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 2 ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ได้แก่วิทยาศาสตร์
 เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน
 โดยให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานคิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการ
 แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ และปัญหานั้นก็เป็นปัญหาใกล้ตัวที่เกิดขึ้น
 ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อนำไปสู่
 การแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ใหม่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากการวิจัย พบว่า ในบางหัวข้อไม่สามารถดำเนินการให้เสร็จภายในชั่วโมงเรียน
 ตามที่กำหนด เนื่องจากผู้เรียนต้องมีสืบค้นข้อมูลเพื่อการวางแผนการทำงาน ปฏิบัติกิจกรรมการ
 ทดลองเพื่อวิเคราะห์และสรุปผล ดังนั้นควรมีการเตรียมข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกในการ
 สืบค้นข้อมูลภายในชั้นเรียน และกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจและรู้จักตั้งคำถามโดยใช้สื่อ
 ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองแสดงออกมาซึ่งความรู้
 และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมและมีความพร้อมที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น
2. ครูผู้สอนที่จะใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปใช้ในการจัดการเรียน
 การสอน ควรคิดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจเพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้
 และสถานการณ์นั้นควรเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการ
 เรียนรู้และมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยวัดจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เท่านั้น ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. ควรมีการนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปใช้ในการส่งเสริมความคิดระดับสูงอื่น ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิจารณ์ญาณ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดที่ให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ แปลความหมาย ประเมินค่า สรุป และสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ให้เกิดกับผู้เรียนได้
3. ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในสาระอื่น ๆ หรือบูรณาการกับกลุ่มสาระอื่น เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาขยะในโรงเรียน ปัญหามลพิษทางอากาศ (P.M.25) ซึ่งเป็นปัญหาที่พบในปัจจุบัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดการเรียนรู้อัตนศึกษาระดับมัธยมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- กัญญาวิวี ชายเรียน. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์.กศ.ด., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). การคิดเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ชัดเชด มีเดีย
- เกษทิพย์ ศิริชัยศิลป์. (2559). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวการเรียนรู้แบบรอบรู้ สำหรับนักศึกษาครูมหาวิทยาลัยราชภัฏ. วิทยานิพนธ์.กศ.ด., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2559). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซด์แอนพริ้นติ้ง.
- ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์.กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- ทศนา แคมมณี. (2555). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พรินท์.
- ทศนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- ทศนา แคมมณี. (2557). ปลุกโลกการสอนให้มีชีวิต ห้องเรียนแห่งศตวรรษใหม่. นนทบุรี: สหมิตร พรินติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

- ธีราพร นามวงษ์. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์.คม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น
- นิจวรรณ พิมพ์ศิริ. (2555). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง กัมมันตภาพรังสี และ พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐาน (PBL). วิทยานิพนธ์. ศษ.ม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปกรณ์ ประจัญบาน. (2552). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิษณุโลก: รัตนสุวรรณการพิมพ์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ประภัสรา โคตะขุน. (2555). การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. สืบค้นเมื่อ 9 กรกฎาคม 2561, จาก <https://sites.google.com/site/prapasara/a2-5>.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2537) ความคิดสร้างสรรค์พัฒนาได้. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์
- พัชรา พุ่มพชาติ. (2552). การพัฒนารูปแบบการจัดการประสบการณ์การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์. ปร.ด., มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- พิชิต ฤทธิจัญญ. (2552). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เอ็นเอส ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2557). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิษณุ ฟองศรี. (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ไพศาล วรคำ. (2556). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม: ดักศิลาการพิมพ์.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem – based learning). ใน วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.
- รุจิราพร รามศิริ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์. ปร.ด., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

- วัชรวา เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: โครงการส่งเสริมการผลิตตำราและเอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรวา เล่าเรียนดี. (2550). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรวา เล่าเรียนดี. (2553). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 5). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัลลี สัตยาภัย. (2547). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: บุ๊คเน็ต.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายผลและอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม. (2537). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. วิทยานิพนธ์. ปร.ด., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่...เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์. (2556). การพัฒนารูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแท็บเล็ตตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์. ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุปรียา วงษ์ตระหง่าน. (2546). การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก. ใน ข่าวสารกองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 14(101) : 1-4.

- สุพีรา ดาวเรือง. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์. ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อภิชัย เหล่าพิเดช. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่อง ปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์. ค.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- อารีย์ พันธุ์มณี. (2540). คิดอย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ต้นอ่อน แกรมมี
- อารีย์ พันธุ์มณี. (2557). ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Arbesman, M. and G. Pucco, (2001). "Enhanced Quality Through Creative Problem Solving." *Journal of Nursing Administration*, 31: 176-178.
- Barell, J. (1998). *PBL an inquiry approach*. Illinois: Skylight Training and Publishing.
- Barrows, H.S. (1996). *Problem-Based Learning in Medicine and Beyond : A Brief Overview*. San Francisco: Josser-Bass.
- Barrows, H. and Tamblyn, R. (2000). *Problem-Based Learning : An approach to medical education*. New York: Springer.
- Breck, Robert. C. (1992). *Applying Psychology : Critical and Creative Thinking*. New Jarsey : Prentice – Hall, Inc.
- Cetinkaya, C. (2014). The effect of gifted students' creative problem solving program on creative thinking. *Procedia Social and Behavioral Science*, 5(116), 3722-3726.
- Delisle, Robert. (1997). *How to Use Problem –Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Duch, B. (2000). Problem –based Learning in physics : The power of students teaching student. *About teaching*, 47, 6-7.

- Edens, B.J. (2000). **Problems: A key factor in PBL**. N.P.: Center Teaching Effectiveness.
- Eggen, P.D. and Kuachak, D.P. (2001). **Strategies for teaching content and thinking skill**. (4th ed.). Needham, Heights: A Peason Education.
- Gallagher, S.A., Stpien, W.J., B.T. and Workman, D. (1995). "Implementing Problem Based Learning in Classrooms". **School Science and Mathematics** 95,136-146.
- Gallagher, S.A. (1997). Problem-based Learning: Where did it come from, What does it do, andWhere is it going? **Journal for the Education of the Gifted**, 20(4), 332-362.
- Gijselaers, Wim H. (1996). Connecting problem- based practices with educational theory. In **Wilkerson, L and Gijselaers, Wim H. (eds.) Bringing Problem–Based Learning to Higher Education**. Theory and Practices. San Francisco: Jossey-Bass.
- Guiford, J.P. (1973). Traits Creativity. **Creativity Penguin Educations**. Pp.167-188.
- Hmelo, C.E. and Evensen, D.H. (2000). Introduction Problem –Based Learning: Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry. In D.H. Evensen and C.E. Hmelo (eds.), **Problem –Based Learning A Research Perspective on Learning Interactions**, pp. 1-16. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Isaksen, S.G. (1995). "On The Conceptual Foundations of Creative Problem : A Response to Magyari-Beck." **Creative and Innovation Management** 4, 1 (March) : 52-63
- Isaken, S.G., and D.J. Treffinger. (2004). "Celebrating 50 years of ReflecrivePratice : Version of Creative Problem Solving." **Journal of Creative Behavior** 38, 2: 75-101
- Lewin, J, E. and Reed, C.A. (1998). **Creative Problem Solving in occupational Therapy**. Philadephia: Lippincott-Raven Publishers.

- Mitchell, W.E., and Kowalick, T.F. (1999). **Creative Problem Solving**. N.p.:Unpublished Workbook.
- Parnes, S.J. (1976). **Creative Behavior Guide Book**. New York: ChariesScribner'S Son.
- Parnes, S.J., and A. Meadow. (1989). Effect of Broinstroming Instruction on Creative Problem Solving by Trained and Untrained Subject. **Journal of Education Psychology** 50 : 171-176.
- Savin-Baden, M. (2000). **Problem-Based Learning in higher education: Untold stories**. Buckingham: SRHE and Open University.
- Treffinger, D. J. (1991). **Creative Learning and Problem Solving**. In *Developing Minds: Program for Teaching Thinking*. Costa Arthur: Alexandrial: Supervision and Curriculum Development.
- Treffinger, I., Dorval. (2000). **Creative Problem Solving, An Introduction**. Waco, Texas: Prufrock Chicago Press.
- Yimer, A. (2004). **Metacognitive and cognitive functioning of cognitive functioning ofcollege students during mathematical problem solving**. Doctoral dissertation Ph.D., University of Illinois, Urbana - Champaign.
- Young,J.G. (1985). What is Creativity?. **Journal of Creative Behavior**. 15(3) : 77-87

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและวัดผลทางการศึกษา

ดร.อังคณา อ่อนธานี ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน

1. ดร. วราภรณ์ สิงห์กวาง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39
2. นายคมสันต์ สุขเอม ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนจ่านกร้อง
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39
3. นางวิไลภรณ์ มั่นระวัง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องเสียงและการได้ยิน		เวลา 16 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง		เวลา 4 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 งานและพลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

อธิบายการเกิดเสียงและสมบัติของเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

สาระสำคัญ

เสียงเกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคตัวกลางสั่น โดยโมเลกุลของตัวกลางสั่นอยู่กับที่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นเสียงในตัวกลางหนึ่งหนึ่งเสียงมีอัตราเร็วคงที่เมื่ออุณหภูมิของตัวกลางคงที่ และอัตราเร็วของเสียงเพิ่มขึ้นถ้าอุณหภูมิของตัวกลางเพิ่มขึ้น เสียงเป็นคลื่นกลตามยาวมีคุณสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (k)

1. นักเรียนอธิบายการเกิดเสียงและสมบัติของเสียงได้
2. นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับอัตราเร็วเสียงในตัวกลางได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับเสียงและสมบัติของเสียงเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ด้านเจตคติ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้กระตือรือร้นในการดำเนินการทำกิจกรรม
2. มีความรับผิดชอบทำงานที่ได้รับมอบหมายได้สมบูรณ์และตรงต่อเวลา
3. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลเข้าใจง่าย
4. เป็นผู้ฟังที่ดี การยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น
5. มีความซื่อสัตย์เสนอข้อมูลตามความเป็นจริงไม่แอบอ้างอิงผลงานผู้อื่น
6. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

สาระการเรียนรู้

1. คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง
2. คลื่นเสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้

(ชั่วโมงที่1)

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (30 นาที)

1) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 4-5 คน โดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันเองภายในกลุ่ม และมีการหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันไป

2) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนทุกคนทดลองเอามือจับที่ลำคอขณะเปล่งเสียง แล้วสังเกตการสั่นของลำคอ (ลำคอสั่น)

3) ให้นักเรียนจับคู่กันและปฏิบัติกิจกรรม "Cup Phone" โดยให้นักเรียนสองคนตั้งเชือกให้ตึง ฝ่ายหนึ่งพูดใส่แก้ว อีกฝ่ายหนึ่งฟังสลับกัน จากนั้นเอามือจับที่เชือกขณะกำลังพูด จากนั้นให้นักเรียนเปลี่ยนจากเชือกเป็นเอ็น และไหมพรม ทดลองเหมือนเดิมและสังเกตการณ์ได้ยินเสียง

4) ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด จากการปฏิบัติกิจกรรม "Cup Phone" ดังนี้

- นักเรียนคิดว่า เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร

- เมื่อนักเรียนเปลี่ยนจากเชือกเป็นเอ็น และไหมพรม นักเรียนได้ยินเสียงแตกต่างจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

5) นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม

6) ครูทบทวนเกี่ยวกับลักษณะของคลื่น องค์ประกอบของคลื่น และสมบัติของคลื่น ดังนี้

คลื่น หมายถึง ลักษณะของการถูกรบกวนที่มีการแผ่กระจายเคลื่อนที่ออกไป ในลักษณะของการกวัดแกว่ง หรือกระเพื่อม และมักจะมีการส่งถ่ายพลังงานไปด้วย คลื่นทุกชนิดจะแสดงสมบัติทั่วไปที่เหมือนกัน 4 อย่าง คือ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ส่วนอนุภาคจะแสดงสมบัติการสะท้อนและการหักเหได้ คลื่นน้ำเป็นคลื่นจึงสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอดและเลี้ยวเบนได้ ถ้าหากเสียงสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอดและเลี้ยวเบนได้ จะจัดได้ว่า เสียงเป็นคลื่น

7) ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด "นักเรียนคิดว่า เสียงเป็นคลื่นหรือไม่"

8) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า เช่น

- การสะท้อนหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร

- การหักเหหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร

- การแทรกสอดหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร
- การเลี้ยวเบนหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร
- สถานการณ์เสียงใดบ้างที่สามารถแสดงคุณสมบัติของคลื่นเหล่านี้ได้
- จะมีวิธีการทดลองหาการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของเสียงอย่างไร

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (20 นาที)

9) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาและอภิปรายทำความเข้าใจปัญหาและประเด็นต่อไปนี

- ปัญหาคืออะไร อะไรคือสิ่งที่ยังไม่รู้ และหากต้องการรู้จะหาคำตอบได้จากที่ใด เช่น ความหมายและคุณลักษณะของคลื่น/สถานการณ์ของเสียงที่แสดงคุณสมบัติของคลื่น/วิธีการทดลองหาคุณสมบัติของคลื่น

10) นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง

11) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษาค้นคว้า

(ชั่วโมงที่ 2)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (50 นาที)

12) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด" โดยครูให้คำแนะนำก่อนการทดลองดังนี้

- ในการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มควรห่างกันพอสมควร เพื่อไม่ให้เกิดเสียงที่เกิดขณะทำการทดลองรบกวนกัน
- ในการรับฟังเสียงตามตำแหน่งต่างๆใช้มือปิดหูข้างหนึ่งแล้วใช้อีกข้างหนึ่งแล้วฟังเสียง ที่ตำแหน่งต่างๆโดยเข้าฟังทีละคน (คนอื่น ๆ ควรอยู่ห่างจากลำโพงพอสมควรเพื่อไม่ให้เกิดเสียงสะท้อนไปรบกวนเสียงจากลำโพง)
- ระยะห่างระหว่างลำโพง 2 ตัวควรอยู่ในช่วง 50 ถึง 80 cm
- ควรปรับความดังของเสียงให้พอเหมาะพอได้ยินในกลุ่มเท่านั้น

13) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด" บันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 เสียงกับการแทรกสอด

14) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงกับการเลี้ยวเบน" โดยครูให้คำแนะนำก่อนการทดลองดังนี้

- ลำโพงเสียงควรอยู่ห่างจากประตูประมาณ 30 เซนติเมตร และผู้ฟังเสียงควรอยู่ห่างจากบานประตูประมาณ 70 cm

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มผลัดเปลี่ยนกันทำกิจกรรม เนื่องจากในห้องเรียนมีเพียงประตู 2 ประตูเท่านั้น

- ปรับความดังของเสียงให้พอเหมาะ โดยได้ยินเฉพาะในกลุ่มและในการทำกิจกรรมนักเรียนต้องเงียบ เพื่อให้เปรียบเทียบเสียงที่ได้ยินจากลำโพงที่ตำแหน่งต่างๆ ได้ชัดเจน

15) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงและการเลี้ยวเบน" บันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงและการเลี้ยวเบน"

16) นักเรียนและครู ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม (ชั่วโมงที่3)

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ (50 นาที)

17) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด" โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้ง 2 ตัวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่างๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้อย่างไร

18) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการศึกษาค้นคว้า ลงในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด"

19) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า

- ลำโพง 2 ตัวเป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ (มีความถี่เท่ากัน เพราะเป็นเสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเดียวกัน)

- เมื่อรับฟังเสียงจากลำโพง 2 ตัว ที่ส่งเสียงพร้อมกันที่ตำแหน่งต่างๆ ในแนวขนานกับขอบโต๊ะ บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย ถ้าเลื่อนตำแหน่งที่รับฟังไปเรื่อยๆ ตามแนวเส้นที่ขนานกับขอบโต๊ะ จะจับได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไป

- การได้ยินเสียงดังบางตำแหน่ง และเสียงค่อยบางตำแหน่งตามข้อ 2 นั้น เกิดจากการแทรกสอดของเสียง จากแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ 2 แหล่ง ตำแหน่งที่เสริมกันของเสียง จะได้ยินเสียงดัง และตำแหน่งที่หักล้างกันจะได้ยินเสียงค่อย

- สรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้

20) นักเรียนและคุณครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงกับการเลี้ยวเบน" โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- ณ ตำแหน่ง A B และ C จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

- ถ้าเสียงเคลื่อนที่ในแนวตรงจากแหล่งกำเนิดโดยไม่เปลี่ยนทิศทางจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่

21) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการศึกษาค้นคว้า ลงในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงและการเลี้ยวเบน"

22) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า

- เมื่อรับฟังเสียงจากตำแหน่ง A B และ C จะพบว่าที่ตำแหน่ง A เสียงค่อยที่สุด ที่ตำแหน่ง B เสียงดังขึ้น และที่ตำแหน่ง C เสียงดังที่สุด

- การได้ยินเสียงที่ตำแหน่ง A และ B ซึ่งอยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวางได้แสดงว่าเสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมผ่านสิ่งกีดขวางได้

- การได้ยินเสียงที่ตำแหน่ง A ค่อยที่สุด พลังงานเสียงที่ส่งไปถึงตำแหน่ง A ลดลง

- เสียงแสดงสมบัติการเลี้ยวเบนได้

23) นักเรียนเขียนผลการปฏิบัติกิจกรรมลงในกระดาษปรูฟ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าของกลุ่มตนเอง

(ชั่วโมงที่4)

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ (20นาที)

24) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรม โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่า "เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานผ่านโมเลกุลของตัวการอย่าง ต่อเนื่อง โดยโมเลกุลของตัวกลางคืออากาศจะมีการสั่นในลักษณะอัดขยายสลับกันไป มีคุณสมบัติของคลื่นทั้ง 4 ข้อ คือ การสะท้อนของเสียงทำให้เกิดปรากฏการณ์ของเสียงที่เรียกว่าเสียงก้อง การหักเหของเสียงทำให้อธิบายปรากฏการณ์ฟ้าแลบแล้วไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง การเลี้ยวเบนของ

เสียงอธิบายเกี่ยวกับการได้ยินเสียงจากมุมตึกอีกด้านได้ การแทรกสอดของเสียงอธิบายการเทียบเสียงของเครื่องดนตรีจึงถือได้ว่า เสียงเป็นคลื่นกลตามยาว"

25) ครูยกตัวอย่างการคำนวณหาอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่างๆที่มีอุณหภูมิต่างกัน และคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องในเรื่องสมบัติของเสียง

26) ครูยกตัวอย่างการคำนวณหาอัตราเร็วของเสียง และให้นักเรียนหาอัตราเร็วเสียงในอากาศในวันนั้น โดยวัดอุณหภูมิห้องและ คำนวณหาอัตราเร็วเสียงในอากาศ

27) ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่องเสียงและสมบัติของเสียง

28) ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องเสียงและสมบัติของเสียงแล้วให้นักเรียนตอบคำถามโดยมีประเด็นคำถามดังนี้

- เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร (เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ เรียกว่า แหล่งกำเนิดเสียง)
- การที่เราได้ยินเสียง เสียงมีการเคลื่อนที่มาถึงหูผู้ฟังอย่างไร (เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นเสียงผ่านโมเลกุลของตัวกลางคืออากาศอย่างต่อเนื่อง โดยโมเลกุลของตัวกลางจะมีการสั่นในลักษณะอัดขยายสลับกันไป จนถึงหูของผู้ฟัง)
- ถ้าหากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความเร็วของเสียงจะเป็นอย่างไร (ความเร็วของเสียงจะมากขึ้น)
- สมบัติของเสียงมีกี่ข้อ อะไรบ้าง (4 ข้อ ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน)
- การเห็นฟ้าแลบโดยไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องเป็นผลจากสมบัติข้อใดในคลื่นเสียง (การหักเห)

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน (30 นาที)

29) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม Gallery Walk (เวียนขวา) โดยให้สมาชิกศึกษาผลการปฏิบัติกิจกรรมของกลุ่มอื่นกลุ่มละ 2 นาที หากมีข้อสงสัยใช้ปากกาเคมีที่ครูแจกให้เขียนเครื่องหมายคำถามพร้อมระบุหมายเลขกลุ่ม ถ้าชอบผลงานให้ติดสติ๊กเกอร์ดาวที่ครูแจกให้ พร้อมระบุหมายเลขกลุ่ม (หมายเหตุ ทุกกลุ่มมีใบส่งดาวกลุ่มละ 2 ดวงมอบให้กลุ่มอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มของตัวเองกลุ่มละ 1 ดวงเท่านั้น)

30) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยสุ่มกลุ่มตัวแทน 2 กลุ่ม นำเสนอ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยครูเติมเต็มให้ครบถ้วน

31) นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
สื่อการเรียนการสอน/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

- 1.1 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด"
- 1.2 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงกับการเลี้ยวเบน"
- 1.3 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง
- 1.4 ใบงานที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง

2. วัสดุอุปกรณ์

- 2.1 คอมพิวเตอร์และเครื่องฉายโปรเจคเตอร์
- 2.2 กระดานไวท์บอร์ดและปากกาเขียนกระดานไวท์บอร์ด
- 2.3 อุปกรณ์การทดลอง เรื่อง เสียงกับการแทรกสอด
- 2.4 อุปกรณ์การทดลอง เรื่อง เสียงกับการเลี้ยวเบน
- 2.5 Cup Phone (แก้วกาแฟ 2 ใบ และเชือก 1 เส้น)
- 2.6 กระดาษปรูฟ
- 2.7 ปากกาเคมี
- 2.8 สติกเกอร์ดาว
- 2.9 เทปขาว
- 2.10 กรรไกร

3. แหล่งการเรียนรู้

- 3.1 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- 3.2 ห้องสมุด
- 3.3 อินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
1. ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถาม - การตรวจใบงาน	- ใบงานที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง - แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด" - แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 "เสียงกับการเลี้ยวเบน"	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ (P)	- การประเมินปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง	- แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง - แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ระดับพอใช้ขึ้นไป
3. ด้านเจตคติ (A)	- การสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบบันทึกการสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**1. ผลการจัดการเรียนรู้**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสาวทัศนีย์ แก้วอุทุม)

แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

ลำดับ ที่	รายการที่ปฏิบัติ	ระดับคุณภาพการปฏิบัติ		
		3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1.	การทดลองตามแผนที่กำหนด			
2.	การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ			
3.	การบันทึกผลการทดลอง			
4.	การสรุปผลการทดลอง			
5.	การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือ เครื่องมือ			

ลงชื่อ

()

ครูผู้สอน / ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

เกณฑ์	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับ-ปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้น-ตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข
2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง ตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ ไม่ถูกต้อง
3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะ อย่างถูกต้อง มีระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นที่ไปตามการทดลอง
4. การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูล จากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ตามความเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง
5. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลอง และมีการทำความสะอาด และเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลอง และมีการทำความสะอาด สะอาด แต่เก็บไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลอง และไม่สนใจทำความสะอาดรวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินผล

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5-8	ปรับปรุง
9-12	พอใช้
13-15	ดี

เกณฑ์การผ่าน ระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมรายบุคคล

ครั้งที่ รายวิชา เรื่อง

ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา..... ชั้น..... โรงเรียน.....

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	พฤติกรรม / ระดับคะแนน															รวม					
		มีความสนใจ ใฝ่รู้ กระตือรือร้น ในการ ดำเนินการทำ กิจกรรม			มีความ รับผิดชอบ ทำงานที่ ได้รับ มอบหมาย ได้สมบูรณ์ และตรงต่อ เวลา			มีส่วนร่วม ในการ แสดง ความคิดเห็น อย่างมี เหตุผล เข้าใจง่าย			เป็นผู้ฟังที่ดี ยอมรับฟัง ความ ความคิดเห็น ผู้อื่น			มีความ ซื่อสัตย์ เสนอข้อมูล ตามความ เป็นจริงไม่ แอบอ้าง ผลงานผู้อื่น								
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1						

เกณฑ์การให้คะแนน

- ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดี
- ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปานกลาง
- ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 15 คะแนน

- คะแนน 13 - 15 หมายถึง ดี
- คะแนน 9 - 12 หมายถึง พอใช้
- คะแนน 5 - 8 หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ระดับพอใช้ขึ้นไป

ลงชื่อ

()

ครูผู้สอน / ผู้ประเมิน

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด"

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติการแทรกสอดของเสียง

วัสดุ/อุปกรณ์

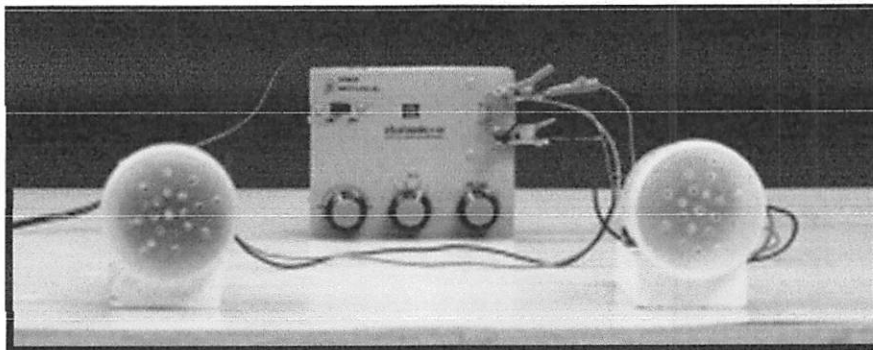
1. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง	1	เครื่อง
2. ลำโพง	2	ตัว
3. สายไฟ	4	เส้น

วิธีการทดลอง

1. ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 2 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ 3 กิโลเฮิรตซ์ และหมุนปุ่มปรับความดังให้ได้ยินเสียงดังพอสมควร

2. วางลำโพงไว้ที่ขอบโต๊ะ จัดหน้าลำโพงหันออกนอกโต๊ะ แล้วฟังเสียงทางด้านหน้าลำโพง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ในแนวขนานกับขอบโต๊ะ เปรียบเทียบความดังของเสียง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ตามแนวที่ฟังเสียง

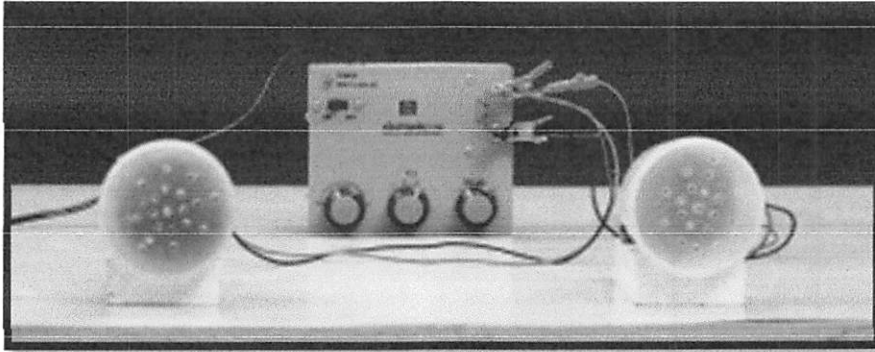
3. ทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนความถี่เป็น 2 กิโลเฮิรตซ์ และ 1 กิโลเฮิรตซ์ ตามลำดับ



รูป การติดตั้งอุปกรณ์พร้อมลำโพง 2 ตัว

- ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัว แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่างๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบาย ได้อย่างไร

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด"



1. กิจกรรมที่.....การทดลองเรื่อง.....

2. จุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

.....

3. สมมุติฐานของการทดลอง

.....

4. ตัวแปรในการทดลอง

- ตัวแปรต้น

- ตัวแปรตาม

- ตัวแปรควบคุม

5. วัสดุอุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

.....

6. วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

.....
.....
.....

8. ออกแบบตารางบันทึกผล

9. คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

- ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัว แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

- ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่างๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบาย ได้
อย่างไร

.....
.....
.....
.....

10. สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ข้อผิดพลาดจากการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

11. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1.2 เสียงกับการเลี้ยวเบน

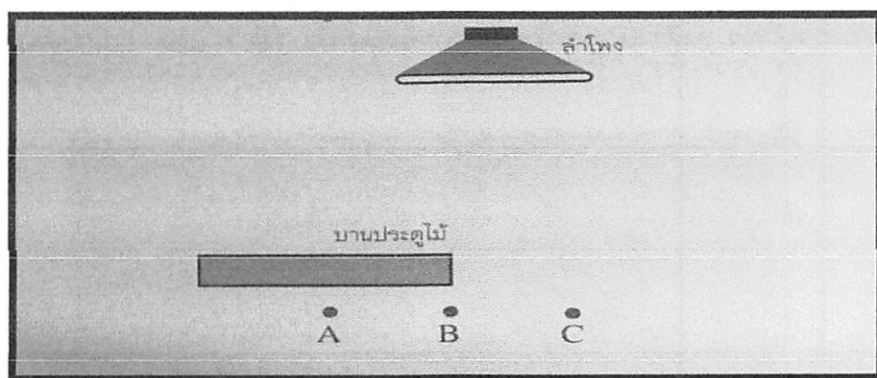
จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนของเสียง

วัสดุ/อุปกรณ์

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง	1	เครื่อง
2. ลำโพง	2	ตัว
3. สายไฟ	4	เส้น

วิธีการทดลอง

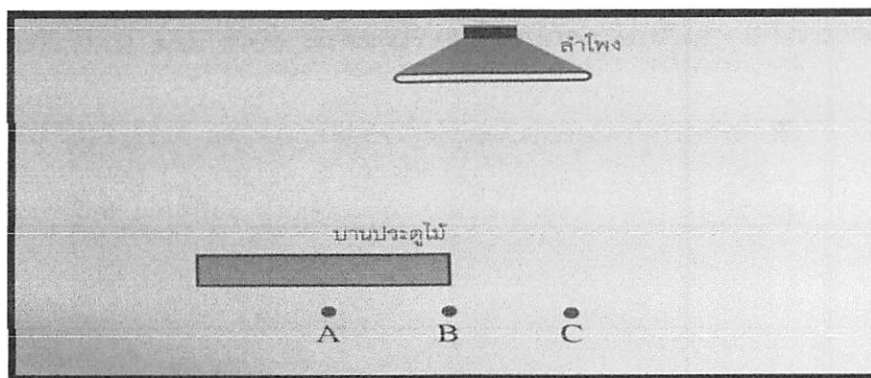
1. ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 1 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ไปที่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ และปรับความดังของเสียงให้ดังพอสมควร
2. นำลำโพงไปวางไว้ด้านหลังประตูห้องเรียนซึ่งเปิดอยู่โดยให้ห่างจากประตู ประมาณ 1 เมตร
3. ฟังเสียงที่อีกด้านหนึ่งของประตูนอกห้องเรียนซึ่งบังลำโพงไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังรูป



รูป การติดตั้งอุปกรณ์และตำแหน่งการฟังเสียงด้านหลังสิ่งกีดขวาง

- ณ ตำแหน่ง A B และ C จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ถ้าเสียงเคลื่อนที่ในแนวตรงจากแหล่งกำเนิดโดยไม่เปลี่ยนทิศทางจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 "เสียงกับการแทรกสอด"



1. กิจกรรมที่.....การทดลองเรื่อง.....

2. จุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

.....

3. สมมุติฐานของการทดลอง

.....

4. ตัวแปรในการทดลอง

- ตัวแปรต้น

- ตัวแปรตาม

- ตัวแปรควบคุม

5. วัสดุอุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

.....

6. วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....
.....
7. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

.....
.....
8. ออกแบบตารางบันทึกผล

9. คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

- ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัว แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....
- ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่างๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้
อย่างไร

.....
.....
.....
.....

10. สรุปผลการทำกิจกรรม

.....
.....
.....
.....
.....
.....

10. ข้อผิดพลาดจากการทำกิจกรรม

.....
.....
.....
.....

11. ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง

ธรรมชาติของเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ วัตถุที่มีการสั่นแล้วทำให้เกิดเสียงเรียกว่า แหล่งกำเนิดเสียง สำหรับมนุษย์เสียงพูดเกิดจากการสั่นสะเทือนของสายเสียงซึ่งอยู่ภายในกล่องเสียงบริเวณด้านหน้าของลำคอ เรียกว่า ลูกกระเดือก มนุษย์สามารถควบคุมเสียงที่พูดพูดขึ้นโดยใช้ฟัน ลิ้น ริมฝีปาก ทำให้เกิดเสียงที่แตกต่างกัน แต่เสียงจะมีประโยชน์อย่างสมบูรณ์ต้องมีการได้ยิน

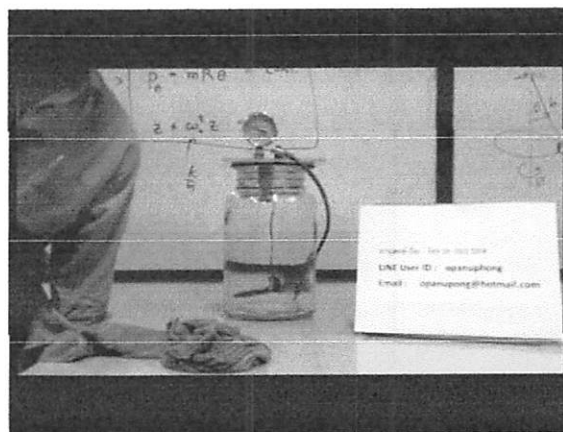
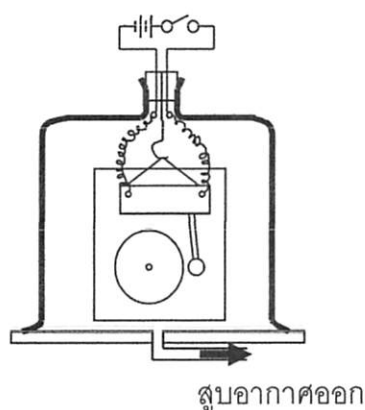


ภาพที่ 1.1 แสดงแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงจากการดีดสายกีตาร์

(ที่มาของภาพ : <https://goo.gl/images/9Dqa3k>)

เมื่อเสียงเกิดจากสั่นสะเทือนของวัตถุ แสดงว่าวัตถุได้รับพลังงาน พลังงานนี้ก็จะถูกถ่ายโอนผ่านอากาศมายังหูผู้ฟัง ถ้าไม่มีอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน เราจะได้ยินเสียงเลย

เราสามารถทดสอบความจริงนี้ได้ โดยการทดลองใช้กระดิ่งไฟฟ้าที่ส่งเสียงตลอดเวลาใส่ไว้ในครอบแก้ว แล้วค่อยๆ สูบอากาศออก เราจะได้ยินเสียงกระดิ่งไฟฟ้าค่อยๆ จางจนในที่สุดจะไม่ได้ยินเสียงกระดิ่งไฟฟ้าในครอบแก้วอีกเลย เมื่อภายในครอบแก้วเป็นสุญญากาศ



ภาพที่ 1.2 แสดงการเคลื่อนที่ของเสียงในตัวกลางที่เป็นสุญญากาศ

(ที่มาภาพและวิดีโอตัวอย่าง : https://www.youtube.com/watch?time_continue=10&v=C2piUtvVL7k)

จากสถานการณ์ข้างต้น สรุปได้ว่า การเคลื่อนที่ของเสียง ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานการสั่นไปยังที่ต่างๆ

จะเห็นได้ว่า เสียงที่เราได้ยินนี้ เป็นพลังงานรูปหนึ่งและถือว่าเป็นคลื่นประเภทหนึ่งด้วย และพิจารณาจากอากาศที่เป็นตัวกลางนั้นการถ่ายโอนพลังงานเสียง อนุภาคของตัวกลางคืออากาศจะมีการสั่นในลักษณะอัดขยายสลับกันไป จึงถือได้ว่า เสียงเป็นคลื่นตามยาว

อัตราเร็วของเสียง

ช่วงเวลาที่เสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอากาศมาถึงหูผู้ฟัง ขึ้นกับระยะทาง ระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับผู้รับฟัง ถ้าระยะห่างมาก เสียงต้องใช้เวลานานกว่าจะได้ยินเสียง แต่ถ้าระยะใกล้ เสียงใช้เวลานั้นสั้นกว่า

เมื่อนักฟิสิกส์ศึกษาอัตราเร็วของเสียงในอากาศ เขาได้พบว่าอัตราเร็วของเสียงในอากาศมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศโดยประมาณ ตามสมการ

$$v_t = 331 + 0.6 t$$

เมื่อ v_t เป็นอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ t ใดๆ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที(m/s)
 t เป็นอุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส($^{\circ}\text{C}$)

ตัวอย่าง จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส

วิธีทำ	จากสมการ	$v_t = 331 + 0.6 t$	
		$v_{25} = 331 + (0.6 \times 25)$	m/s
		$= 346$	m/s
		$v_{30} = 331 + (0.6 \times 30)$	m/s
		$= 349$	m/s

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เท่ากับ 346 และ 349 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

การเคลื่อนที่ของเสียงในตัวกลางหนึ่งๆ จะคงตัว เมื่ออุณหภูมิของตัวกลางคงตัว ดังในตาราง

ตัวกลาง	อัตราเร็ว(เมตร/วินาที)
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (0°C)	258
อากาศ	346
แก๊สไฮโดรเจน	1,339
น้ำ	1,498
น้ำทะเล	1,531
แก้ว	4,540
อะลูมิเนียม	5,000
เหล็ก	5,200

ตารางที่ 1.1 อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่างๆที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติของเสียง

เสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่เกิดเคลื่อนที่โดยอาศัยตัวกลาง ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติเหมือนคลื่น คือ

1. การสะท้อน
2. การหักเห
3. การแทรกสอด
4. การเลี้ยวเบน

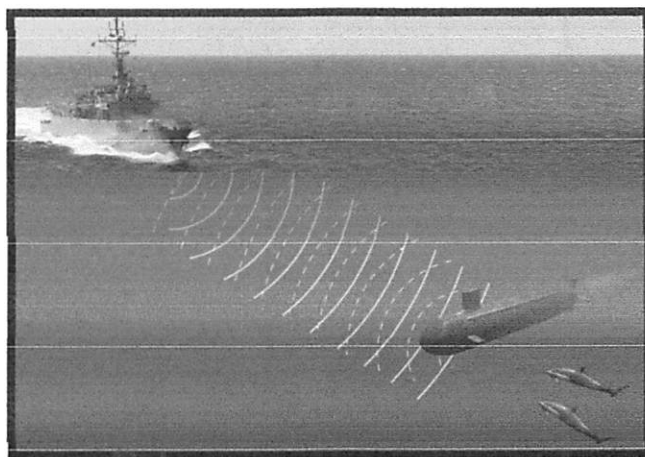
การสะท้อนของเสียง

เนื่องจากเสียงเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวาง จะทำให้เกิดการสะท้อนของเสียง และปัจจัยที่มีผลต่อการสะท้อนของเสียง ได้แก่

1. ลักษณะพื้นผิวที่คลื่นเสียงไปกระทบ (ผิวเรียบและแข็ง สะท้อนได้ดี ส่วนผิวอ่อนนุ่มเนื้อพรม จะดูดซับเสียงได้ดี
2. มุมตกกระทบกับระนาบสะท้อนเสียง (เสียงจะสะท้อนได้ดี เมื่อ มุมของเสียงสะท้อนเท่ากับมุมของเสียงตกกระทบ)

มนุษย์และสัตว์ ได้อาศัยประโยชน์จากการสะท้อนของเสียง หลายอย่างเช่น การเดินเรือ การประมง หาความลึกของท้องทะเล หาระดับของเรือดำน้ำ หาฝูงปลา โดยการส่งคลื่นอัลตราโซนิคออกไป แล้วรอรับฟังคลื่นที่สะท้อน จากเครื่องรับ การส่งคลื่นชนิดนี้เรียกว่า โซนาร์ (Sonar – Sound Navigation and Ranging) ค้างคาว เป็นสัตว์สายตาไม่ดี ใช้หลักการสะท้อนเสียง โดยส่งและรับความถี่สูง

อุตสาหกรรมใช้ในการตรวจสอบรอยร้าว ทางการแพทย์ใช้ตรวจสอบเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ใช้ในการสลายนิวไนด์ ใช้ทำลายเชื้อโรคบางชนิดในอาหาร และน้ำ



ภาพที่ 1.3 แสดงการสะท้อนของเสียงโดยการส่งคลื่นโซนาร์หาระดับของเรือดำน้ำ หาฝูงปลา

(ที่มาของภาพ : <https://goo.gl/images/82LMN8>)

เราทราบว่าเสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง ดังนั้น ถ้าเราทราบความถี่ f ของเสียง และความยาวคลื่นเสียง λ ที่ผ่านตัวกลาง เราจะสามารถหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางนั้นได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$v = f \lambda$$

เมื่อ v เป็นอัตราเร็วของเสียง มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที(m/s)

f เป็นความถี่ของเสียง มีหน่วยเป็น เฮิร์ต(Hz)

λ เป็นความยาวคลื่นเสียง มีหน่วยเป็น เมตร(m)

ตัวอย่าง กำหนดให้เสียงมีอัตราเร็ว 1500 เมตรต่อวินาทีในน้ำทะเล เรือลำหนึ่งปล่อยคลื่นโซนาร์ ขนาดความถี่ 4.5 กิโลเฮิร์ตซ์ ลงไปจากผิวน้ำ จะตรวจสอบพบปลาขนาดเล็กที่สุดได้เท่าไร

วิธีทำ

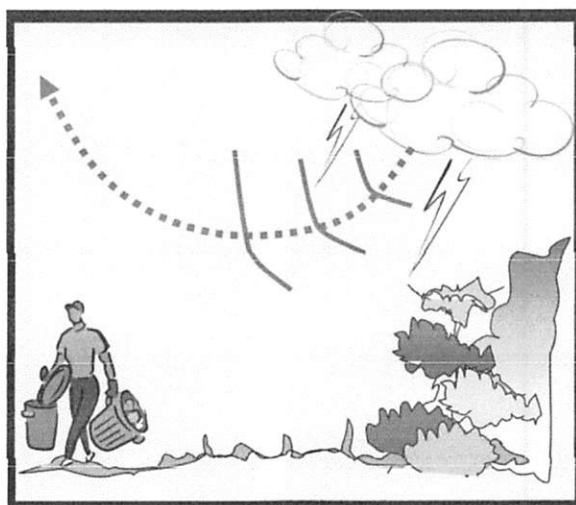
$$\text{จาก } v = f \lambda$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500 \text{ m/s}}{4500 \text{ Hz}} = 0.33 \text{ เมตร}$$

ตอบ ปลาตัวเล็กที่สุดที่จะตรวจสอบได้ต้องยาว 0.33 เมตร

การหักเหของเสียง

คลื่นเสียงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทาง ความเร็วและความยาวคลื่น แต่ความถี่คลื่นยังคงที่กล่าวคือเมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย(อากาศ) เข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า(น้ำ) เสียงจะหักเหออกจากเส้นตั้งฉาก หลักการนี้ใช้อธิบาย การเห็นฟ้าแลบ แต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง เพราะเมื่อเกิดฟ้าแลบ แม้จะมีเสียงเกิดขึ้นแต่เราไม่ได้ยินเสียง ทั้งนี้เพราะอากาศใกล้พื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเบื้องบน ทำให้การเคลื่อนที่ของเสียงเคลื่อนที่ได้ในอัตราที่ต่างกัน คือ เคลื่อนที่ในอากาศที่มี อุณหภูมิสูงได้เร็วกว่าในอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้น เสียงจึงเคลื่อนที่เบนขึ้นทีละน้อยๆ จนข้ามหัวเราไป จึงทำให้ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง



ภาพที่ 1.4 แสดงการหักเหของเสียงเหตุการณ์เห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง

(ที่มาของภาพ : <https://goo.gl/images/wQ8tJL>)

ในการคำนวณเกี่ยวกับการหักเหของเสียง ยังคงใช้กฎการหักเหของสเนลล์ คือ

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

ตัวอย่าง เสียงเคลื่อนที่ในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยมีมุมตกกระทบ 30 องศา ถ้าอากาศในบริเวณทั้งสองมีความดันเท่ากัน จงหามุมหักเหของเสียง

วิธีทำ	จากสมการ	v_t	=	$331 + 0.6 t$		
		v_5	=	$331 + (0.6 \times 5)$	=	334 m/s
		v_{25}	=	$331 + (0.6 \times 25)$	=	346 m/s

$$\begin{aligned} \text{จาก } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{v_1}{v_2} \\ \frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_2} &= \frac{334}{336} \\ \sin \theta_2 &= \frac{1}{2} \times \frac{346}{334} &= 0.517 \\ \sin 31^\circ &= 0.515 \\ \theta_2 &\approx 31^\circ \end{aligned}$$

∴ มุมหักเหของเสียงมีค่าประมาณ 31 องศา

ตัวอย่าง ถ้าความยาวของคลื่นเสียงบริเวณอากาศร้อนเป็น 3/2 เท่าของความยาวคลื่นเสียงบริเวณอากาศเย็น จงหามุมหักเห เมื่อเสียงเดินทางจากอากาศร้อนไปยังอากาศเย็น โดยมีมุมตกกระทบ 27 องศา

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \text{จาก } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \\ \frac{\sin 27^\circ}{\sin \theta_2} &= \frac{\frac{3}{2}\lambda}{\lambda} \\ \sin \theta &= 0.454 \frac{2\lambda}{3\lambda} = 0.302 \\ \sin 17.5^\circ &= 0.301 \\ \theta_2 &\approx 17.5^\circ \end{aligned}$$

∴ มุมหักเหของเสียงมีค่าประมาณ 17.5 องศา

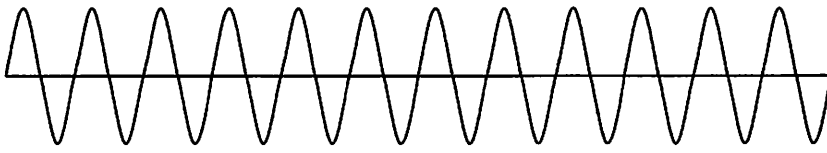
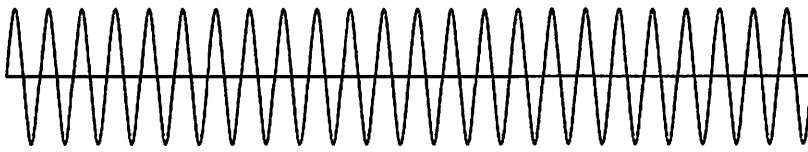
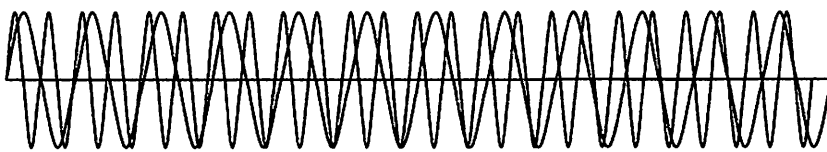
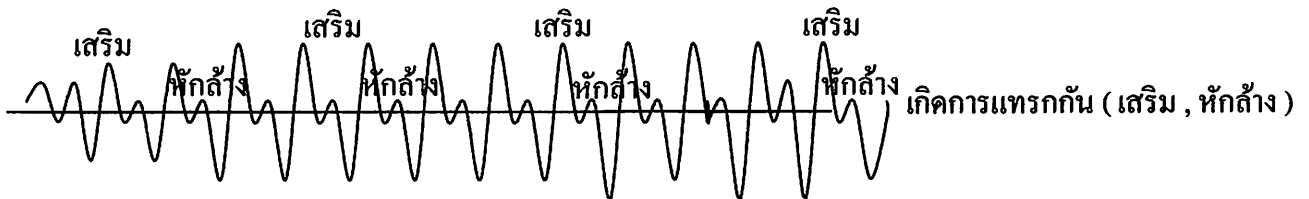
ตัวอย่าง คลื่นเสียงในอากาศหนึ่ง วิ่งจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ T_1 เข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า คือ T_2 โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และมุมหักเหเท่ากับ θ_2 จงหาอัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ กำหนดให้ $T_1 = 2T_2$ เคลวิน

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \text{จาก } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \\ \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\frac{2T_2}{T_2}} \\ \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{2} \\ \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= 1.4141 \end{aligned}$$

∴ อัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ มีค่าเท่ากับ 1.4141

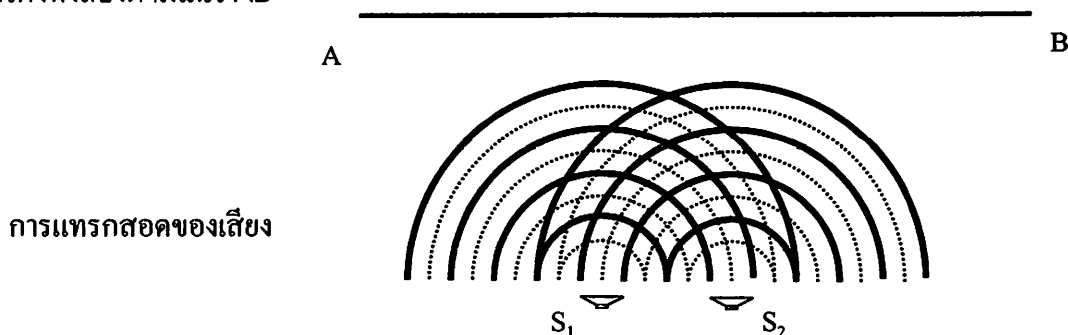
การแทรกสอดของเสียง

การแทรกสอดของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากคลื่นเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไปรวมกัน จึงเกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันและหักล้างกัน ทำให้เกิดเสียงดัง และ เสียงค่อย

เสียงความถี่ f_1 เสียงความถี่ f_2 เสียงความถี่ f_1 และ f_2 รวมกัน

ในกรณีที่เป็นเสียงเสริมกัน ตำแหน่งที่มีการเสริมกันจะมีเสียงดัง ส่วนตำแหน่งที่แทรกสอดแล้วหักล้างกันจะมีเสียงค่อย แต่การเกิดปรากฏการณ์แทรกสอดเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความถี่ต่างกัน ทำให้เกิดเสียงดัง เสียงค่อยเป็นจังหวะๆ เรียกว่า บีตส์ (Beats) ประโยชน์จากการแทรกสอดและบีตส์นี้ นำมาใช้เทียบเครื่องดนตรี โดยมีเครื่องเทียบเสียงมาตรฐาน ใช้หลักว่าเมื่อความถี่เสียงเท่ากันจะไม่เกิดบีตส์ ถ้ายังมีบีตส์อยู่แสดงว่า ความถี่เสียงยังไม่เท่ากัน ต้องปรับจนเสียงทั้งสองมีความถี่เท่ากันจึงไม่ทำให้เกิดบีตส์

ถ้าเราตั้งลำโพงลักษณะเหมือนกัน 2 ตัว ให้ห่างกันระยะหนึ่ง ดังรูป แล้วเดินในแนวขนานกับลำโพงทั้งสองตามแนว AB



การแทรกสอดของเสียง

จากการเดินในแนว AB ดังกล่าว เราจะรู้สึกได้ว่า เสียงที่เราได้รับจะมีลักษณะดัง-ค่อย สลับกันไป ในการคำนวณเกี่ยวกับการแทรกสอดของคลื่นเสียง ในกรณีที่เป็นแหล่งกำเนิด อาพันธ์ เฟส ตรงกัน จะได้ดังนี้

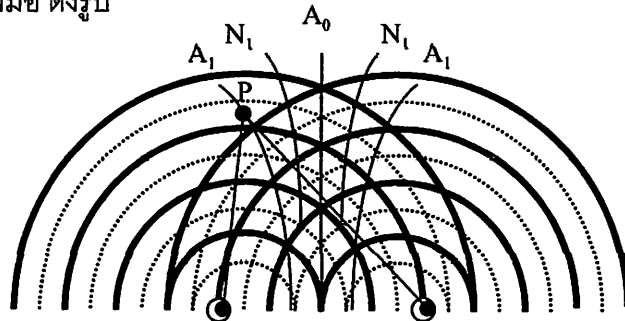
ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นปฏิบัติ เสียงจะแทรกสอดแบบเสริม เสียงจะดัง และผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใด ๆ บนเส้นปฏิบัติ จะเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = n\lambda$$

เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

n คือ แนวเส้นปฏิบัติ

0 คือ แนวเส้นกลาง

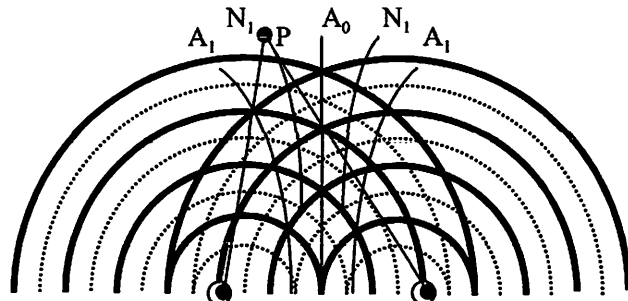


ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นปฏิบัติ เสียงจะแทรกสอดแบบหักล้าง เสียงจะค่อย และผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใด ๆ บนเส้นปฏิบัติ จะเท่ากับจำนวนเต็มคี่คูณลบกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

n คือ แนวเส้นปฏิบัติ



ตัวอย่าง S_1 และ S_2 เป็นลำโพงเสียงสองตัววางห่างกัน 4 เมตร ในที่โล่ง P เป็นตำแหน่งที่ผู้ฟังห่างจาก S_1 7 เมตร และห่างจาก S_2 5.5 เมตร ถ้าผู้ฟังอยู่ตรงตำแหน่งที่เสียงหักล้างกันครั้งแรก เขาจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เท่าใด เมื่ออัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 330 เมตรต่อวินาที

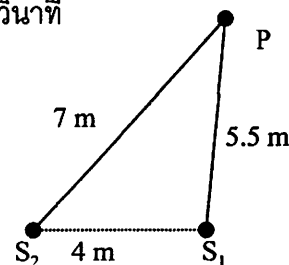
วิธีทำ จาก $S_2P - S_1P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$

$$7 \text{ m} - 5.5 \text{ m} = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\lambda = 3 \text{ m}$$

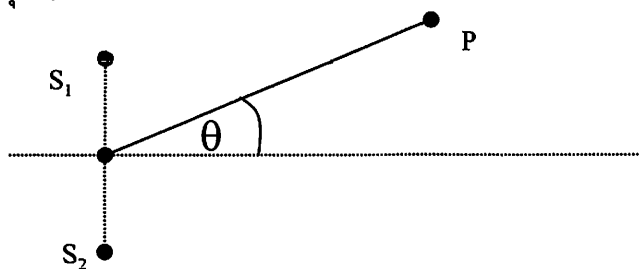
จาก $v = f\lambda$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330 \text{ m/s}}{3 \text{ m}} = 110 \text{ Hz}$$



ตอบ เขาจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เท่ากับ 110 เฮิรตซ์

ในกรณีที่ตำแหน่งผู้ฟัง อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด S_1 และ S_2 โดยไม่ทราบระยะห่างจากแหล่งกำเนิด ทั้งสอง แต่ทราบมุม θ จากแนวกลาง ระหว่างตำแหน่งทั้งสอง จะได้สมการปฏิบัติและบัพดังนี้



$$d \sin \theta = n \lambda \quad \text{ปฏิบัติ}$$

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda \quad \text{บัพ}$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

θ คือ มุมที่จากแนวกลาง ทำกับ ตำแหน่งที่สังเกต

ตัวอย่าง S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ ให้เสียงที่มีความถี่ 140 เฮิรตซ์ และอยู่ห่างกัน 7 เมตร จงหาว่าบนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้นกี่ตำแหน่ง ถ้ากำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 350 เมตรต่อวินาที

วิธีทำ จาก $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$

$$(7) \sin 90^\circ = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$$

$$(7)(1) = \left(n - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{350}{140}\right)$$

$$n = \left(7\right) \left(\frac{140}{350}\right) + \frac{1}{2}$$

$$= 3.3$$

$$= 3$$

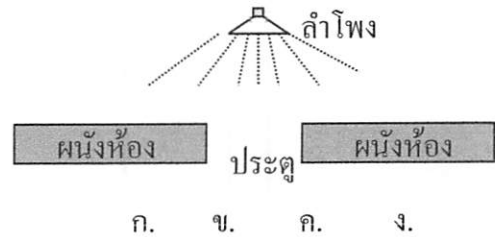
\therefore บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้น = 3 + 3 ตำแหน่ง

ตอบ บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้น = 6 ตำแหน่ง

การเลี้ยวเบนของเสียง

นอกจากการหักเหของเสียงที่เกิดขึ้น เมื่อผ่านตัวกลางต่างชนิดกันแล้วยังมีการเลี้ยวเบนได้ การเลี้ยวเบนของเสียงมักจะเกิดพร้อมกับการสะท้อนของเสียง เสียงที่เลี้ยวเบน จะได้ยินค่อนกว่าเดิม เพราะพลังงานของเสียงลดลง

ในชีวิตประจำวันที่เราพบได้อย่างเสมออย่างหนึ่งคือการได้ยินเสียงของผู้อื่นได้โดยไม่เห็นตัวผู้พูด เช่น ผู้พูดอยู่คนละด้านของมุมตึก ปรากฏการณ์ดังนี้ แสดงว่าเสียงสามารถเลี้ยวเบนได้ การอธิบายปรากฏการณ์นี้สามารถจะกระทำโดยใช้หลักการของฮอยเกนส์อธิบายว่า ทุกๆจุดบนหน้าคลื่นสามารถทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดคลื่นอันใหม่ได้ ดังนั้นอนุภาคของอากาศที่ทำหน้าที่ส่งผ่านคลื่นเสียงตรงมุมตึกย่อมเกิดการสั่น ทำหน้าที่เหมือนต้นกำเนิดเสียงใหม่ ส่งคลื่นเสียงไปยังผู้ฟังได้



เราสามารถทดลอง การเลี้ยวเบนของเสียงได้โดย ให้ผู้ฟัง ฟังเสียงลำโพงจากนอกห้องดังรูปที่ตำแหน่ง ก. ข. ค. ง. ผู้ฟังยอมได้ยินเสียงลำโพง ที่อยู่ในห้องได้ทุกคน แสดงว่าเสียงสามารถเลี้ยวเบนได้ตามแบบของคลื่น

การเลี้ยวเบนของเสียงจะเกิดได้ดี เมื่อช่องกว้างที่ให้เสียงผ่านมีขนาดเท่ากับความยาวคลื่นของเสียงนั้น เนื่องจาก ช่องกว้างนั้นจะทำหน้าที่เหมือนเป็นแหล่งกำเนิดเสียงขนาดนั้นได้พอดีนั่นเอง

ตัวอย่าง ช่องหน้าต่างกว้าง 0.60 เมตร สูง 1.20 เมตร ในวันที่อากาศมีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความถี่ของเสียงที่มากที่สุด ที่จะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนในแนวราบมากที่สุดเป็นกี่เฮิร์ตซ์

วิธีทำ การเลี้ยวเบนของเสียงจะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อ ช่องกว้างเท่ากับความยาวคลื่นของเสียง

$$\text{ดังนั้น } \lambda = 0.60 \text{ เมตร}$$

$$\text{จาก } v = 331 + 0.6 t$$

$$v = 331 + (0.6)(20) = 342 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{342 \text{ m/s}}{0.60 \text{ m}} = 570 \text{ เฮิร์ตซ์}$$

ใบงานที่ 1 เรื่อง เสียงและสมบัติของเสียง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเสียงและสมบัติของเสียงได้
2. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับอัตราเร็วเสียงในตัวกลางได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เสียงเกิดขึ้นจาก.....
2. เสียงเป็นคลื่นชนิดใด.....
3. เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ฟังต้องอาศัย.....
4. อากาศ น้ำ เหล็ก เสียงสามารถเดินทางผ่านสิ่งใดได้เร็วที่สุด.....
5. จากสมการ $v = 331 + 0.6t$ เป็นสมการหนึ่ง เมื่อต้องการหาค่า v แสดงว่าต้องการหาค่าอะไร.....
6. สิ่งที่ทำให้ อัตราเร็วของเสียง เปลี่ยนไปมีอะไรบ้าง (1 อย่าง).....
7. คุณสมบัติของเสียง มีกี่ข้อ อะไรบ้าง จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ในวันที่ลมสงบอุณหภูมิสม่ำเสมอประมาณ 15 องศาเซลเซียส ชายคนหนึ่งตะโกนเข้าใสน้ำผาสูง แล้วปรากฏว่าได้ยินเสียงสะท้อนกลับในเวลา 3 วินาที หน้าผานั้นอยู่ห่างจากเขาเป็นระยะเท่าใด

วิธีทำ

9. กำหนดให้เสียงมีอัตราเร็ว 1400 เมตรต่อวินาทีในน้ำทะเล เรือลำหนึ่งปล่อยคลื่นโซนาร์ ขนาดความถี่ 4.2 กิโลเฮิรตซ์ ลงไปจากผิวน้ำ ปรากฏว่ารับคลื่นสะท้อนผิวน้ำขนาดใหญ่ได้ในเวลา 1.5 วินาที น้ำทะเลตรงนั้นลึกเท่าไร และจะตรวจสอบพบปลาขนาดเล็กที่สุดได้เท่าไร

วิธีทำ

10. เสียงเคลื่อนที่ในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยมีมุมตกกระทบ 30 องศา ถ้าอากาศในบริเวณทั้งสองมีความดันเท่ากัน จงหามุมหักเหของเสียง

วิธีทำ

11. ถ้าความยาวของคลื่นเสียงบริเวณอากาศร้อนเป็น $\frac{5}{3}$ เท่าของความยาวคลื่นเสียงบริเวณอากาศเย็น จงหามุมหักเห เมื่อเสียงเดินทางจากอากาศร้อนไปยังอากาศเย็น โดยมีมุมตกกระทบ 35 องศา

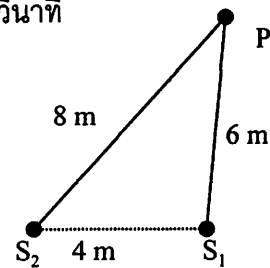
วิธีทำ

12. คลื่นเสียงในอากาศหนึ่ง วิ่งจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ T_1 เข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า คือ T_2 โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และมุมหักเหเท่ากับ θ_2 จงหาอัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ กำหนดให้ $T_1 = 3T_2$ เคลวิน

วิธีทำ

13. S_1 และ S_2 เป็นลำโพงเสียงสองตัววางห่างกัน 4 เมตร ในที่โล่ง P เป็นตำแหน่งที่ผู้ฟังห่างจาก S_1 8 เมตร และห่างจาก S_2 6 เมตร ถ้าผู้ฟังอยู่ตรงตำแหน่งที่เสียงหักล้างกันครั้งแรก เขาจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เท่าใด เมื่ออัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 340 เมตรต่อวินาที

วิธีทำ



14. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ ให้เสียงที่มีความถี่ 150 เฮิรตซ์ และอยู่ห่างกัน 9 เมตร จงหาว่าบนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้นกี่ตำแหน่ง ถ้ากำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 360 เมตรต่อวินาที

วิธีทำ

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน

สถานการณ์ที่ 1 “ภารกิจ ค้นหา 13 ชีวิต ติดถ้ำหลวง”



ช่วงเวลานี้ ชาวที่สามารถทำให้คนไทยทั้งประเทศสนใจได้มากที่สุดก็คงหนีไม่พ้นกรณีนักกีฬาฟุตบอลทีมเยาวชน (ทีมหมูป่าอะคาเดมีแม่สาย) และโค้ช รวม 13 ชีวิต หลังจากเด็กทั้งหมดเข้าไปเที่ยวภายในถ้ำวนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน หมู่ 9 ต.โป่งผา อ.แม่สาย จ.เชียงราย ตั้งแต่วันที่ 23 มิ.ย. ที่ผ่านมา แต่มีฝนหนักทำให้น้ำปิดปากถ้ำ และจนถึงขณะนี้ก็ยังไม่สามารถออกมาได้

ภารกิจดังกล่าวนับว่าเป็นภารกิจใหญ่ที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลากหลายอาชีพ ไม่ว่าจะเป็น นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักธรณีวิทยา นักภูมิศาสตร์ นักดำน้ำ ทหาร ตำรวจ หน่วยกู้ภัย และอื่น ๆ อีกมากมายนับไม่ถ้วน ถ้าหากนักเรียนเป็นหนึ่งในทีมค้นหาผู้ประสบภัย นักเรียนจะนำความรู้เรื่อง เสี่ยง ไปใช้ในการค้นหาผู้ประสบภัยในครั้งนี้อย่างไร

คำชี้แจง จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้เป็นอะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)

➤ ปัญหาของเรื่องนี้คือ

.....

.....

➤ สาเหตุหลักของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องเสียงและการได้ยิน		เวลา 16 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน		เวลา 4 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 งานและพลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

อธิบายเกี่ยวกับการได้ยิน ได้แก่ ระดับเสียง ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และผลของมลภาวะของเสียงต่อการได้ยิน

สาระสำคัญ

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่น พลังงานจากการสั่นจะถูกถ่ายโอนต่อกันมาผ่านโมเลกุลของอากาศจนกระทั่งถึงหูผู้ฟัง เสียงที่ผู้ฟังได้ยินนี้จะดังหรือเบาขึ้นอยู่กับพลังงานของเสียงที่ผู้ฟังได้รับความเข้มเสียงที่มนุษย์ได้ยินในช่วงกว้างมาก $10^{-12} - 1$ วัตต์ต่อตารางเมตร เพื่อความสะดวกในการจัดลำดับความเข้มเสียงจึงจัดเป็น "ระดับเสียง" ซึ่งระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยบอกเป็นค่าลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงต่ำที่สุดที่มนุษย์สามารถได้ยิน ระดับเสียงที่มนุษย์ได้ยิน 0 - 120 เดซิเบล ส่วนระดับสูงต่ำของเสียงเป็นความถี่ของเสียงต่างๆที่ต่างกัน หูคนได้ยินเสียงที่ความถี่ 20 - 20,000 Hz เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 Hz เป็นคลื่นใต้เสียง และเสียงที่มีความถี่มากกว่า 20,000 Hz จะเป็นคลื่นเหนือเสียง เสียงที่มีระดับสูงต่ำของเสียงเดียวกันแต่ลักษณะเสียงต่างกันเรียกว่ามีคุณภาพเสียงต่างกัน เสียงที่มีระดับเสียงสูงหรือเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟังเป็นมลภาวะของเสียง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (k)

1. นักเรียนอธิบายความหมายของความเข้มเสียงและระดับเสียงได้
2. นักเรียนบอกความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียง และคำนวณหาปริมาณต่างๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องมาให้
3. นักเรียนอธิบายองค์ประกอบต่าง ๆ ของการได้ยิน ได้แก่ หูกับการได้ยิน ระดับสูงต่ำของเสียง เสียงดนตรี คุณภาพเสียง มลภาวะของเสียง

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียงได้
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียงได้

ด้านเจตคติ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้กระตือรือร้นในการดำเนินการทำกิจกรรม
2. มีความรับผิดชอบทำงานที่ได้รับมอบหมายได้สมบูรณ์และตรงต่อเวลา
3. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลเข้าใจง่าย
4. เป็นผู้ฟังที่ดี การยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น
5. มีความซื่อสัตย์เสนอข้อมูลตามความเป็นจริงไม่แอบอ้างอิงผลงานผู้อื่น
6. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

สาระการเรียนรู้

1. ความเข้มเสียง คือพลังงานที่ตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางหน่วยในหนึ่งหน่วยเวลา
2. ระดับเสียง เป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง
3. ระดับสูงต่ำของเสียง เป็นความถี่ของเสียงต่างๆ หูคนได้ยิน
4. คุณภาพเสียงคือ เสียงที่มีระดับสูงต่ำของเสียงเดียวกันแต่ลักษณะเสียงต่างกัน
5. มลภาวะของเสียง คือ เสียงที่มีระดับเสียงสูงหรือเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้

(ชั่วโมงที่1)

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (50นาที)

1) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 4-5 คน โดยให้นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันเองภายในกลุ่ม และมีการหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันไป

2) ครูพูดคุยกับนักเรียน โดยใช้เสียงตะโกนบ้าง กระซิบบ้าง พูดคุยปกติบ้าง สลับกันไป จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย เช่น

- การที่นักเรียนได้ยินเสียงดัง ค่อย ขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง (จะได้ยินเสียงดังหรือค่อย ขึ้นอยู่กับกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง ถ้าระยะห่างของแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากัน เมื่อผู้ฟังอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงมากจะได้ยินเสียงค่อยลง)

- ถ้าเราเปิดวิทยุอยู่กลางสนามและเดินออกห่างจากวิทยุเรื่อยๆ เสียงที่ได้ยินจากวิทยุเครื่องนั้นจะเป็นอย่างไร (เสียงก็จะเบาลงเรื่อยๆ)

3) ครูให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบเสียงที่ได้ยิน เมื่อครูเกาะกระดาษห่อลูกอมในขณะที่ทุกคนในห้องเรียนนั่งเงียบและทุกคนในห้องเรียนเสียงดัง ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายว่า

- ความเข้มเสียงที่ได้ยินเท่าเดิมหรือไม่ (ความเข้มเสียงเท่ากัน)

- ความดังของเสียงที่ได้ยินเท่ากันหรือไม่ (ความดังของเสียงไม่เท่ากัน)

4) ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกำลังเสียง ความเข้มเสียง โดยเน้นให้เข้าใจว่า ความเข้มเสียงคือกำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดส่งออกไปต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หน้าคลื่นทรงกลม ถ้ากำหนดให้กำลังเสียงจากแหล่งกำเนิดมีค่าคงตัว สามารถเขียนความสัมพันธ์นี้ได้ว่า

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

เมื่อ I คือ ความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

P คือ กำลังเสียงของแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

r คือ ระยะจากแหล่งกำเนิดเสียงถึงระยะที่จะหาความเข้มเสียง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ความเข้มเสียงต่ำสุดและความเข้มเสียงสูงสุดที่มนุษย์ปกติรับฟังได้ $10^{-12} - 1$ วัตต์/ตารางเมตร ในทางปฏิบัตินิยมใช้ระดับบอกความดังของเสียงแทนความเข้มของเสียง สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียง ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ β คือ ระดับเสียง มีหน่วยเป็น เดซิเบล (dB)
 I คือ ความเข้มเสียงใดๆที่ต้องการวัด มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
 I_0 คือ ความเข้มเสียงที่มนุษย์เริ่มได้ยินมีค่า 10^{-12} มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
 เสียงที่มนุษย์ได้ยินโดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อหู ควรอยู่ในระดับเสียงไม่เกิน 120 เดซิเบล
 5) ครูยกตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มเสียงและระดับเสียง เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องมาให้

6) ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด “การได้ยินเสียงแบบไหนถือว่าเป็นมลพิษทางเสียง”

7) ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข่าว เรื่อง เสียงดังจากการเดินเรือท่าแมวน้ำหูดับชั่วคราว ได้ จากสำนักข่าว BBC News นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

(ชั่วโมงที่ 2)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (20 นาที)

8) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการได้ยินเสียง และสิ่งที่นักเรียนต้องการจะศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิด อภิปรายเกี่ยวกับการได้ยินเสียง ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

- ปัญหาคืออะไร อะไรคือสิ่งที่ยังไม่รู้ และหากต้องการรู้จะหาคำตอบได้จากที่ใด เช่น ความหมายของมลภาวะทางเสียง หูกับการได้ยินเสียง ระดับเสียงที่เป็นอันตราย ผลกระทบ การแก้ไข และการป้องกันมลภาวะทางเสียง

9) นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และใบความรู้ที่ 2 เรื่องเสียงและการได้ยิน

10) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

11) นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเรื่องมลภาวะทางเสียงในประเด็นที่ต้องการศึกษา โดยให้ระบุแหล่งเรียนรู้ วิธีการศึกษา บันทึกผลการดำเนินงาน และผลการศึกษาค้นคว้าตามหน้าที่และแผนการดำเนินงานของกลุ่ม

12) นักเรียนบันทึกข้อมูลและผลการดำเนินงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงในแบบบันทึกการศึกษาค้นคว้า

(ชั่วโมงที่3)

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ (50นาที)

13) ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม แล้วร่วมกันพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มา มีความถูกต้อง สมบูรณ์ ครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง

14) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- นักเรียนเคยเกิดปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียง หรือไม่ อย่างไร
- เสียงประเภทใดที่เป็นเสียงที่นักเรียนไม่ต้องการได้ยินและเสียงนั้นๆ มีผลต่อนักเรียนอย่างไร
- นักเรียนมีวิธีป้องกันมลภาวะทางเสียงอย่างไร

(ชั่วโมงที่4)

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ (30นาที)

15) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การที่ได้ยินเสียงอีกทีก็ หรือเสียงที่ตั้งมาก ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน จะก่อให้เกิดความรำคาญหรือเกิดอันตรายต่อหูได้ จัดว่าเกิดมลภาวะทางเสียง ถ้าผู้รับฟังเสียงติดต่อกันเป็นระยะเวลาาน อาจทำให้ประสาทหูของผู้ฟังเสื่อม ปวดศีรษะ หงุดหงิด ซึ่งเป็นผลทำให้บุคลิกภาพเปลี่ยนไป วิธีป้องกันมลภาวะทางเสียงกรณีที่เราไม่สามารถแก้ไขความดังที่แหล่งกำเนิดได้ ก็สามารถป้องกันโดยวิธีอื่นๆ เช่น การใช้จุกอุดหู ที่ครอบหู หรือการติดตั้งวัสดุเก็บเสียง สำหรับบ้านเรือน โรงเรียนที่อยู่ริมถนนที่มีเสียงดัง ควรสร้างรั้วให้ทึบหรือติดตั้งวัสดุที่ทำให้เสียงสะท้อนไปในทิศอื่นๆ ผนังห้องควรทำด้วยวัสดุที่ดูดกลืนเสียงได้ หรืออาจ ปลูกต้นไม้ให้หนาแน่นซึ่งเป็นส่วนช่วยลดกลืนเสียงได้

16) ครูให้ความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของหูและการได้ยินเสียง สรุปดังนี้

- การได้ยินนอกจากจะขึ้นอยู่กับความเข้มเสียงและระดับเสียงแล้วยังขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียงด้วย มนุษย์ได้ยินเสียงที่อยู่ในช่วงความถี่ 20 – 20,000 เฮิรตซ์
- คลื่นได้เสียงเป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ และคลื่นเหนือเสียงเป็นคลื่นที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ มนุษย์จะไม่ได้ยินคลื่นได้เสียงและคลื่นเหนือเสียง
- สัตว์แต่ละชนิดจะได้ยินเสียงในช่วงความถี่แตกต่างกัน
- แหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ ให้เสียงในช่วงความถี่แตกต่างกัน
- สำหรับคนสามารถเปล่งเสียงในช่วงความถี่ 100 – 8,000 เฮิรตซ์

- ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงทุ้มเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำเสียงแหลมเป็นเสียงที่มีความถี่สูง

25) ครูยกตัวอย่างการการแบ่งระดับสูงต่ำของเสียงดนตรี C(โด) D(เร) E(มี) F(ฟา) G(ซอล) A(ลา) B(ที) C'(โด) ซึ่งมีความถี่จากต่ำไปสูง ตามลำดับ

26) ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่องเสียงและการได้ยิน

27) ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องเสียงและการได้ยิน แล้วให้นักเรียนตอบคำถามโดยมีประเด็นคำถามดังนี้

- ความเข้มเสียงและระดับเสียงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (เป็นหน่วยวัดความดัง ความเบาของเสียง ซึ่งระดับเสียงบอกเป็นค่าลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงต่ำที่สุดที่มนุษย์สามารถได้ยิน)

- ระดับสูงต่ำของเสียง บอกปริมาณอะไร(ความถี่)

- คุณภาพของเสียงคืออะไร (ลักษณะเฉพาะตัวของแหล่งกำเนิด เช่นเราสามารถแยกเสียงดนตรีที่เล่นโน้ตเดียวกันได้ว่าเป็นเสียงขลุ่ย ไวโอลิน กีตาร์)

- มลภาวะของเสียงคืออะไร(เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และเสียงที่ทำให้ความรำคาญแก่หูผู้ฟัง)

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน (20 นาที)

28) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม Gallery Walk (เวียนขวา) โดยให้สมาชิกศึกษาผลการปฏิบัติกิจกรรมของกลุ่มอื่นกลุ่มละ 2 นาที หากมีข้อสงสัยใช้ปากกาเคมีที่ครูแจกให้เขียนเครื่องหมายคำถามพร้อมระบุหมายเลขกลุ่ม ถ้าชอบผลงานให้ใส่สัญลักษณ์ดาว พร้อมระบุหมายเลขกลุ่ม (หมายเหตุ ทุกกลุ่มมีโบนัสดาวกลุ่มละ 2 ดวงมอบให้กลุ่มอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มของตัวเองกลุ่มละ 1 ดวงเท่านั้น)

29) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยสุ่มกลุ่มตัวแทน 2 กลุ่ม นำเสนอ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยครูเติมเต็มให้ครบถ้วน

30) นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สื่อการเรียนการสอน/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 ใบสถานการณ์ข่าว เรื่อง เสียงดังจากการเดินเรือทำเมวน้ำทุบหัวควรวได้

- 1.2 แบบบันทึกการศึกษาค้นคว้า
- 1.3 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน
- 1.4 ใบงานที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน

2. วัสดุอุปกรณ์

- 2.1 คอมพิวเตอร์และเครื่องฉายโปรเจคเตอร์
- 2.2 กระดานไวท์บอร์ดและปากกาเขียนกระดานไวท์บอร์ด
- 2.3 กระดาษปรีฟ
- 2.4 ปากกาเคมี
- 2.5 สติกเกอร์ดาว
- 2.6 เทปกาว
- 2.7 กรรไกร

3. แหล่งการเรียนรู้

- 3.1 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- 3.2 ห้องสมุด
- 3.3 อินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
1. ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถาม - การตรวจใบงาน	- ใบงานที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ (P)	- การตอบคำถาม	- แบบบันทึกการศึกษาค้นคว้า - แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ระดับพอใช้ขึ้นไป
3. ด้านเจตคติ (A)	- สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบบันทึกการสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน/ผู้บันทึก
(นางสาวทัศนีย์ แก้วอุทุม)

แบบบันทึกการสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมรายบุคคล

ครั้งที่ รายวิชา เรื่อง
 ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา..... ชั้น..... โรงเรียน.....

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	พฤติกรรม / ระดับคะแนน																			
		มีความสนใจ ใฝ่รู้ กระตือรือร้น ในการ ดำเนินการทำ กิจกรรม			มีความ รับผิดชอบ ทำงานที่ ได้รับ มอบหมาย ได้สมบูรณ์ และตรงต่อ เวลา			มีส่วนร่วม ในการ แสดง ความคิดเห็น อย่างมี เหตุผล เข้าใจง่าย			เป็นผู้ฟังที่ดี ยอมรับฟัง ความ คิดเห็นผู้อื่น			มีความ ซื่อสัตย์ เสนอข้อมูล ตามความ เป็นจริงไม่ แอบอ้างอิง ผลงานผู้อื่น			รวม				
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1					

เกณฑ์การให้คะแนน
 ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดี
 ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปานกลาง
 ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 15 คะแนน
 คะแนน 13 - 15 หมายถึง ดี
 คะแนน 9 - 12 หมายถึง พอใช้
 คะแนน 5 - 8 หมายถึง ปรับปรุง

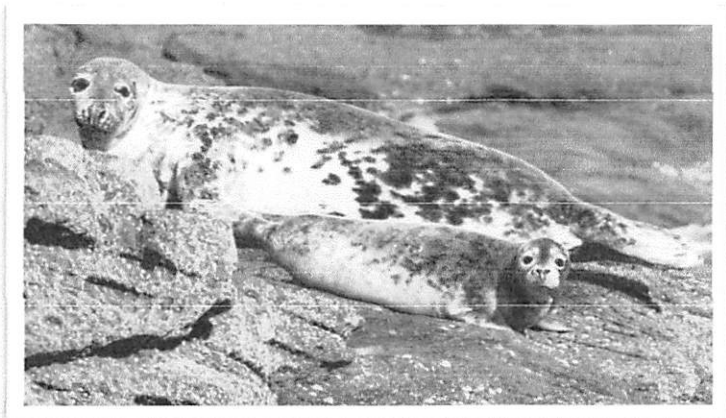
เกณฑ์การผ่าน ระดับพอใช้ขึ้นไป

ลงชื่อ
 ()
 ครูผู้สอน / ผู้ประเมิน

สถานการณ์ข่าว เรื่อง เสี่ยงตั้งจากการเดินเรือท่าแม่น้ำหุบชันชั่วคราวได้

3 พฤษภาคม 2017

BBC NEWS

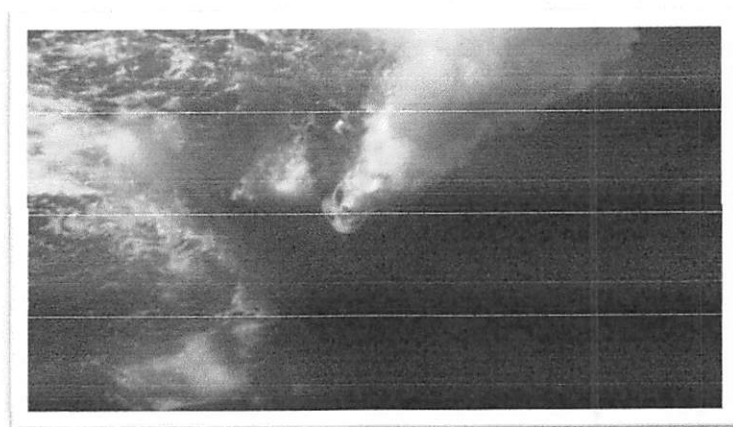


เสี่ยงตั้งในเส้นทางเดินเรือที่มีการสัญจรไปมาคับคั่ง ทำให้แม่น้ำและสัตว์อื่นๆ สูญเสียการได้ยินชั่วคราวได้

ผลการศึกษาล่าสุดของมหาวิทยาลัยเซนต์แอนดรูส์ในสหราชอาณาจักรพบว่า แม่น้ำที่ฟอสซิลอยู่ตามเส้นทางเดินเรือที่มีการสัญจรไปมาคับคั่ง อาจได้รับผลกระทบจากมลภาวะทางเสียงจนทำให้สูญเสียการได้ยินเป็นการชั่วคราวได้

มีการเผยแพร่ผลการศึกษาดังกล่าวในวารสาร Applied Ecology โดยดร. เจสเทอ์ โจนส์ นักนิเวศวิทยาผู้ศึกษาเรื่องนี้ระบุว่า สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณเส้นทางเดินเรือสินค้าที่มีการสัญจรไปมาหนาแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแม่น้ำสีกา และแม่น้ำที่อาศัยอยู่ตามริมอ่าว (Harbour seal) ก็เหมือนกับมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่ที่มีเสียงรบกวนดังตลอดเวลา

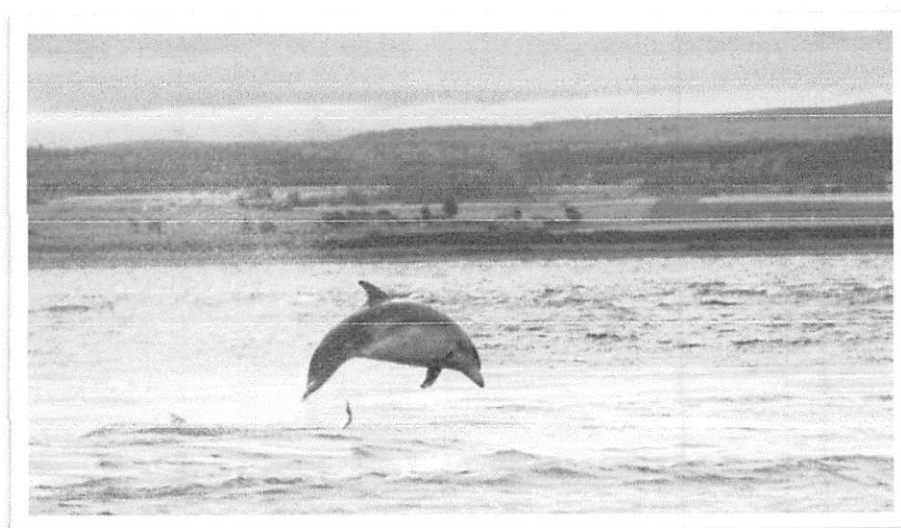
มลภาวะทางเสียงจากเรือเดินสมุทร นอกจากจะเป็นอุปสรรคในการหาอาหารและการสื่อสารกันในฝูงแม่น้ำแล้ว ยังทำให้แม่น้ำเกิดอาการหุบชันชั่วคราวได้ เมื่อมีเสียงรบกวนในระดับที่ดังเกินมาตรฐาน ซึ่งขณะนี้ มีแหล่งที่อยู่อาศัยของแม่น้ำในสหราชอาณาจักรที่ทับซ้อนกับเส้นทางเดินเรือถึง 11 แห่ง จากทั้งหมด 25 แห่ง



สหราชอาณาจักรมีเส้นทางเดินเรือสินค้าที่มีการสัญจรคับคั่งมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก

ดร. โจนส์บอกว่า มลภาวะทางเสียงใต้น้ำที่เกิดจากการเดินเรือเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดช่วง 30 ปีที่ผ่านมา จนทำให้ประชากรแมวน้ำในบางพื้นที่ลดลง ซึ่งรวมถึงพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์กว่าครึ่งหนึ่งด้วย โดยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากมลภาวะทางเสียงมากที่สุดคือภายในระยะ 50 กิโลเมตรจากชายฝั่ง ซึ่งฝูงแมวน้ำตามอ่าวมักชอบอาศัยอยู่

จากการติดตามสังเกตแมวน้ำจำนวนหนึ่งพบว่า 20 ใน 28 ตัว ได้ยินเสียงรบกวนในระดับที่ตั้งมากจนทำให้สูญเสียการได้ยินชั่วคราวได้ แต่ทางคณะวิจัยยังไม่มีหลักฐานมายืนยันเพิ่มเติมว่า มลภาวะทางเสียงดังกล่าวจะทำให้แมวน้ำและสัตว์อื่น ๆ สูญเสียการได้ยินเป็นการถาวรได้หรือไม่



เสียงดังรบกวนในระดับสูง ยังส่งผลกระทบต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเลอื่น ๆ เช่น โลมา

ดร. โจนส์ยังเสริมว่า เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ควรมีการรวมเอาเรื่องมลภาวะทางเสียงจากการเดินเรือ เข้าในวาระการพิจารณาเพื่อวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ทางน้ำด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพื้นที่ทางน้ำที่กำหนดให้เป็นเขตอนุรักษ์อยู่แล้ว

ที่มา : <https://www.bbc.com/thai/features-39791695>

แบบบันทึกการศึกษาค้นคว้า

เรื่อง

สมาชิกในกลุ่ม

- 1. เลขที่
- 2. เลขที่
- 3. เลขที่
- 4. เลขที่
- 5. เลขที่

ตอนที่ 1

หัวข้อปัญหา

ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ต้องการรู้
-
-
- วิธีการหาคำตอบ
-
-
-

การศึกษาค้นคว้า / แก้ปัญหา

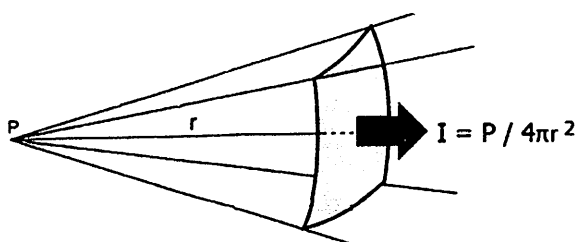
ที่	ชื่อสมาชิก	การแบ่งหน้าที่	แหล่งข้อมูล/อ้างอิง

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงและในการทำให้วัตถุสั่นจำเป็นต้องใช้พลังงาน ถ้าพลังงานที่ใช้มีค่ามากแอมพลิจูดของการสั่นก็มีค่ามาก และถ้าใช้พลังงานน้อย แอมพลิจูดของการสั่นก็จะน้อยตามไปด้วย พลังงานการสั่นของต้นกำเนิดเสียงจะถูกถ่ายโอนให้แก่โมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงซึ่งพลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านโมเลกุลของอากาศต่อกันไปถึงหูผู้ฟัง ทำให้แก้วหูสั่นสะเทือนเป็นผลให้ผู้ฟังได้ยินเสียง การได้ยินเสียงของผู้ฟังขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ซึ่งจะศึกษาต่อไป

ความเข้มของเสียง

แหล่งกำเนิดที่มีช่วงกว้างของการสั่น (amplitude) กว้างมาก จะเกิดเสียงดังกว่าเสียงที่มี amplitude น้อย ในทางวิทยาศาสตร์ เรียกความดังของเสียงว่า ความเข้มของเสียง



ภาพที่ 2.1 แสดงการวัดความเข้มของเสียงที่ตกตั้งฉากบน 1 หน่วยพื้นที่
(ที่มาของภาพ : <https://goo.gl/images/MeeaEF>)

การวัดความเข้มของเสียงวัดได้จากพลังงานของเสียงที่ตกตั้งฉากบน 1 หน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (Watt/m^2) และหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$I = \frac{W}{tA} = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

- เมื่อ
- I คือ ความเข้มของเสียงที่จุดใดจุดหนึ่ง มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (Watt/m^2)
 - P คือ กำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt)
 - R คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดที่พิจารณา มีหน่วยเป็น เมตร (m)
 - A คือ พื้นที่ของเสียงที่ตกตั้งฉากกับแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

∴ พื้นที่ ๆ เสียงตกตั้งฉากก็คือ พื้นที่ผิวทรงกลม ซึ่งมีพื้นที่ $= 4\pi R^2$

$$\therefore I \propto \frac{1}{R^2}$$

ความเข้มเสียงสูงสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงดัง) 1 watt / m^2

ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงเบา) 10^{-12} watt/ m^2

ตัวอย่าง ชายคนหนึ่งขณะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 3 เมตร จะได้ยินเสียงมีความเข้ม 10^{-8} watt / m² แหล่งกำเนิดเสียงมีกำลังเสียงกี่วัตต์

วิธีทำ จาก
$$I = \frac{P}{4\pi R^2} \Rightarrow P = 4\pi R^2 (I)$$

แทนค่า
$$P = 4\pi(3)^2 (10^{-8}) = 36 \times 10^{-8} \pi \text{ วัตต์}$$

ตอบ แหล่งกำเนิดเสียงมีกำลังเสียงเท่ากับ $36 \times 10^{-8} \pi$ วัตต์

เมื่อไม่สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการวัดความเข้มของเสียงได้ จึงมีการวัดความเข้มของเสียงด้วยสมการและตัวอย่างข้างต้น

ระดับความเข้มของเสียง

เมื่อหาอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงที่ดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้กับความเข้มเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีค่ามากถึง 10^{12} ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ จึงนิยมใช้ ระดับความเข้มเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียงแทน ความเข้มเสียง และเป็นเกียรติก่อ อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบล ระดับความเข้มของเสียงและมีหน่วยเรียกว่า เบล แต่เนื่องจากเบลเป็นหน่วยที่ใหญ่เกินไป ไม่สามารถบอกความละเอียดที่จะบอกค่าความดังของเสียงต่าง ๆ ได้ จึงแบ่งเป็นหน่วยย่อยลงไป เรียกว่า เดซิเบล (dB)

มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความดังที่ระดับความเข้มของเสียงตั้งแต่ 0 – 120 เดซิเบล เสียงที่ดังมากเกินไปอาจทำให้หูหนวกได้ เช่น เสียงฟ้าผ่าใกล้ๆตัว ที่มีค่าความดังเกิน 120 dB เป็นต้น เสียงที่มีความดังไม่มากแต่ได้ยินเป็นเวลานานหลายชั่วโมงก็อาจเป็นอันตรายได้ เช่น เสียงเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม (มลภาวะทางเสียง) องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดว่าเสียงที่ปลอดภัยต้องมีความเข้มไม่เกิน 85 dB เมื่อต้องได้ยินติดต่อกันวันละ 8 ชั่วโมงขึ้นไป เสียงที่ดังไม่ถึงขั้นเป็นอันตรายกับหู แต่อาจมีผลกระทบต่อด้านจิตใจได้ เช่น ทำให้เกิดความเครียด ไม่มีสมาธิ เป็นต้น

เราสามารถหาระดับความเข้มของเสียง ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ β คือ ระดับความเข้มของเสียงที่จุดพิจารณา (dB , เดซิเบล)

I คือ ความเข้มของเสียงขณะใดขณะหนึ่งที่จุดพิจารณา (watt/m²)

I_0 คือ ความเข้มของเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน = 10^{-12} watt/m²

ตัวอย่าง หน้าต่างแห่งหนึ่ง มีคลื่นเสียงผ่านวัดระดับความเข้มของเสียงได้ 80 dB จงหาว่า
 ขณะนั้นมีความเข้มของเสียงที่วัดต่อตารางเมตร

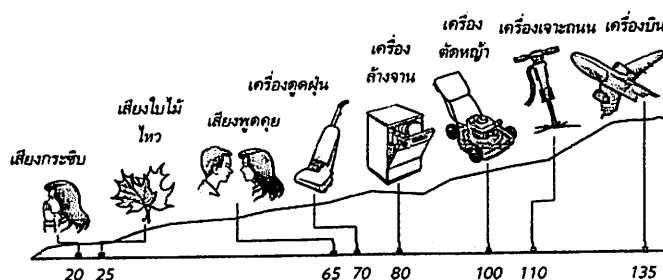
วิธีทำ

จาก	β	=	$10 \log \frac{I}{I_0}$
แทนค่า	80	=	$10 \log \frac{I}{10^{-12}}$
	80	=	$10 (\log I - \log 10^{-12})$
	80	=	$10 (\log I - (-12)\log 10)$
	$\frac{80}{10}$	=	$\log I + 12$
	$8 - 12$	=	$\log I$
	-4	=	$\log I$
	10^{-4}	=	I
	I	=	10^{-4} watt/m^2

ตอบ คลื่นเสียงขณะที่ผ่านหน้าต่างมีความเข้มของเสียงเท่ากับ 10^{-4} วัดต่อตารางเมตร

ความดังของเสียง

คือ ความรู้สึกได้ยินว่าดังมากหรือดังน้อย มีความสัมพันธ์กับความเข้มเสียง ซึ่งเป็นพลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร ความดังของเสียงจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มเสียง และระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง



ภาพที่ 2.2 แสดงระดับความดังของเสียง
 (ที่มา : <https://goo.gl/images/UpU19M>)

มาตรฐานระดับความเข้มเสียงมีหน่วยคือ เดซิเบล (dB) โดยเริ่มจาก 0 dB เป็นเสียงที่ค่อยเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน

- เสียงกระซิบมีความดังประมาณ 20 dB
- เสียงสนทนาอยู่ระหว่าง 40-60 dB

เกินกว่า 90 dB จะเป็นอันตรายต่อหู หรือผู้ที่ต้องอยู่ในบริเวณที่ดังเกิน 80 dB แต่ไม่ถึง 90 dB เป็นเวลานาน ๆ ก็จะเป็นอันตรายได้เช่นกัน

ตารางที่ 1 แสดงระดับความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล , dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เสียงเบา
สำนักงานที่เสียง	50	เสียง
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป , ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง , เครื่องเจาะถนน แบบอัดลม	90	รับฟังบ่อย ๆ การได้ยิน จะเสื่อมอย่างถาวร
เครื่องตัดหญ้า	100	ไม่สบายหู
ดิสโก้เทค การแสดงดนตรีประเภทร็อค	120	
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	
เครื่องบินไอพ่นกำลังขึ้นที่ระยะใกล้	150	เจ็บปวดในหู
จรวดขนาดใหญ่กำลังขึ้นที่ระยะใกล้	180	แก้วหูชำรุดทันที

ระดับเสียง

การได้ยินเสียงของคนเรา นอกจากจะได้ยินเสียงดังหรือเสียงค่อย (ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง) แล้ว ยังขึ้นกับความถี่ของเสียงด้วย (เสียงสูงหรือเสียงต่ำ) ความถี่ของเสียงที่หูคนปกติได้ยินมีค่าตั้งแต่ 20 – 20,000 Hz ดังนั้นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ลงไปเรียกว่า **คลื่นใต้เสียง (Infra Sonic)** สำหรับเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ ขึ้นไป เรียกว่า **คลื่นเหนือเสียง (Ultra Sonic)** สำหรับสัตว์อื่น ๆ จะได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่งเช่นกัน โดยสัตว์แต่ละชนิดจะได้ยินเสียงช่วงความถี่แตกต่างกันไป และเสียงที่มีระดับเสียงต่ำ จะเป็นเสียงที่มีความถี่น้อย เรียกว่า **เสียงทุ้ม** ส่วนเสียงที่มีระดับเสียงสูง จะเป็นเสียงที่มีความถี่มาก เรียกว่า **เสียงแหลม** การจัดระดับเสียงอาจทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งก็คือ แบ่งเป็นระดับเสียงดนตรี ซึ่งแสดงระดับเสียงตามตาราง

ตารางที่ 2 การแบ่งระดับเสียงดนตรีในวิทยาศาสตร์

ระดับเสียง ดนตรี	C (โด)	D (เร)	E (มิ)	F (ฟา)	G(ซอล)	A (ลา)	B (ที)	C' (โด)
ความถี่ (เฮิรตซ์)	256	288	320	341	384	427	480	512

เสียง C มีความถี่ 256 เฮิรตซ์ เสียง C' มีความถี่ 512 เฮิรตซ์ เราเรียก เสียง C กับ C' เป็นเสียงคู่แปด โดยจะต้องเป็นเสียงที่มีความถี่เป็น 2 เท่า

ดังนั้น C' กับ C'' ก็เป็นเสียงคู่แปด เมื่อ เสียง C' มีความถี่ 512 เฮิรตซ์ ดังนั้นเสียง C'' จะต้องเป็นเสียงที่มีความถี่เท่ากับ 1024 เฮิรตซ์

ในการเล่นดนตรี มีการแบ่งระดับเสียงของเครื่องดนตรีสากล ตามความถี่ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การแบ่งระดับเสียงดนตรีในทางดนตรีสากล

ระดับเสียง ดนตรี	C (โด)	D (เร)	E (มิ)	F (ฟา)	G(ซอล)	A (ลา)	B (ที)	C' (โด)
ความถี่ (เฮิรตซ์)	261.6	293.7	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9	523.3

เมื่อพิจารณาเสียงดนตรีพื้นเมืองของแต่ละชาติ พบว่ามีการแบ่งระดับเสียงแตกต่างกัน จึงทำให้เสียงดนตรีแต่ละชาติมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว การแบ่งระดับเสียงดนตรีของไทยในยุคใหม่ใกล้เคียงกับการแบ่งระดับเสียงดนตรีสากล ทำให้เครื่องดนตรีไทยสามารถเล่นเพลงสากลบางเพลงได้ และเครื่องดนตรีสากลก็สามารถเล่นเพลงไทยบางเพลงได้เช่นกัน จึงมีการนำเครื่องดนตรีสากลมาบรรเลงร่วมกับดนตรีไทย เช่น เครื่องผสมออร์แกน หรือเครื่องสายผสมเปียโน

คุณภาพเสียง

แหล่งกำเนิดเสียงต่างกัน อาจให้เสียงที่มีระดับเสียงเดียวกัน เช่น ไวโอลินและขลุ่ยเล่นโน้ตเดียวกัน จะให้เสียงที่มีความถี่เดียวกัน แต่เราสามารถแยกออกได้ว่า เสียงใดเป็นเสียงไวโอลินและเสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย แสดงว่านอกจากระดับเสียงแล้ว จะต้องมียุปัจจัยอื่นอีกที่ทำให้เสียงที่ได้ยินแตกต่างกัน จนเราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงนั้น ๆ ได้ ทั้งนี้เป็นผลจากการซ้อนทับกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิด

เสียงหลาย ๆ แหล่งที่มีความถี่ $f, 2f, 3f, \dots, nf$ โดยแอมพลิจูดหรือความเข้มของเสียงแต่ละความถี่แตกต่างกัน มาซ้อนทับกัน ทำให้คลื่นเสียงมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป

ดังนั้นต้นกำเนิดเสียงต่าง ๆ ขณะสั้น จะให้เสียงซึ่งมีความถี่มูลฐาน (ความถี่ต่ำสุดของเสียงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดใด ๆ) และ ฮาร์โมนิก (จำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐาน) ต่าง ๆ ที่ออกมาพร้อมกันเสมอ แต่จำนวนฮาร์โมนิกและความเข้มเสียงของแต่ละฮาร์โมนิกจะแตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของคลื่นเสียงที่ออกมาแตกต่างกัน สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่ต่างกัน จะให้เสียงที่มีลักษณะเฉพาะตัว หรือที่เรียกว่า **คุณภาพเสียง** ต่างกันนั่นเอง คุณภาพเสียงช่วยให้เราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงได้

มลภาวะของเสียง



ภาพที่ 2.3 แสดงมลภาวะของเสียง

(ที่มา : <https://goo.gl/images/ZBNdZR>)

เมื่อเราอยู่ใกล้บริเวณที่กำลังมีการตอกเสาเข็มหรือมีการขุดเจาะถนนด้วยเครื่องเจาะหรือบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ในบริเวณสนามบิน เสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณเหล่านี้ จะเป็นเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง ถ้าหูรับฟังเสียงเหล่านี้ติดต่อกันนาน ๆ จำทำให้สุขภาพและสภาพจิตใจของผู้ฟังผิดปกติได้ ดังนั้นผู้ที่ทำงานในบริเวณที่มีระดับความเข้มสูง จึงต้องมีจุกอุดหูหรือที่ครอบหูหรือวัสดุเก็บเสียงอื่นๆ เพื่อช่วยลดระดับความเข้มเสียงให้ปลอดภัย

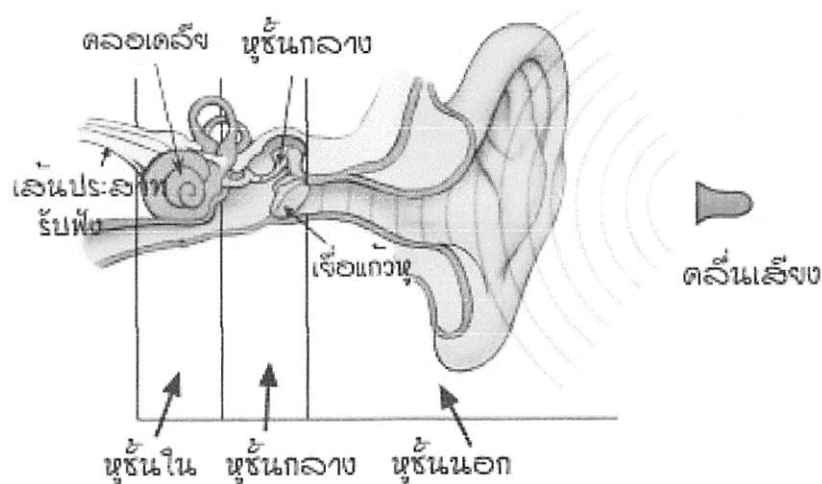
เนื่องจากเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง เป็นอันตรายต่อผู้ฟังที่อยู่ใกล้ กระทรวงมหาดไทยจึงได้ออกประกาศเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานในบริเวณที่มีเสียงดังโดยมีเกณฑ์ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเสียง

เวลาในการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)	ระดับความเข้มเสียงที่คนทำงานได้รับอย่าง ต่อเนื่องต้องไม่เกิน (เดซิเบล)
น้อยกว่า 7	91
7 – 8	90
มากกว่า 8	80

เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และเสียงที่ทำให้ความรำคาญแก่ผู้ฟัง คือ **มลภาวะของเสียง** การปรับปรุงหรือแก้ไข แหล่งกำเนิดเสียงให้มีกำลังเสียงลดลง จะทำให้ระดับความเข้มของเสียงลดลงด้วย จึงจัดเป็นการลดมลภาวะของเสียงวิธีหนึ่ง ในกรณีที่เราไม่สามารถแก้ไขความดังของเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงได้ การป้องกันโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การใช้จุกอุดหู หรือที่ครอบหู หรือการติดตั้งวัสดุเก็บเสียง จะสามารถช่วยลดมลภาวะของเสียงได้

หูกับการได้ยิน



ภาพที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบของหู
(ที่มา : <https://goo.gl/images/UjeZSC>)

หูเป็นอวัยวะสำคัญในการรับเสียง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

- 1) **หูส่วนนอก (external ear)** ประกอบด้วยใบหู รูหูหรือช่องหู จนถึงแก้วหู ทำหน้าที่รับเสียงจากภายนอก คลื่นเสียงเดินทางไปทางรูหู โดยมีช่องหูทำหน้าที่รวมเสียงไปสู่แก้วหู
- 2) **หูส่วนกลาง (middle ear)** อยู่ถัดจากแก้วหูเข้าไป มีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ภายในมีกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่กระดูกค้อน อยู่ชิดแนบกับแก้วหู กระดูกโกลนมีฐานวางปิดช่องที่ต่อไปยังหูชั้นใน และ

กระดูกทั้งทำหน้าที่ส่งต่อแรงสั่นสะเทือนของเสียงไปยังหูส่วนใน และหูส่วนกลาง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในให้เท่ากับความดันอากาศภายนอก โดยอาศัยท่อที่ติดต่อกับโพรงอากาศ หากความดันไม่เท่ากันจะทำให้หูอื้อ ได้ยินเสียงไม่ชัดเจน

3) **หูส่วนใน (inner ear)** ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน

ส่วนแรก คือ คอเคลีย (cochlea) เป็นท่อขดคล้ายรูปหอยโข่ง ภายในมีของเหลว มีเซลล์รับความสั่นสะเทือนของของเหลวภายในคอเคลีย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียง และแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าไปตามประสาทได้ยินไปยังสมอง เพื่อรับรู้การได้ยินและแปลความหมายโดยสมอง

ส่วนที่สอง คือ ท่อครึ่งวงกลม 3 ท่อ ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำหน้าที่รับการทรงตัวของร่างกายและการเคลื่อนไหวของศีรษะ

ใบงานที่ 2 เรื่อง เสียงและการได้ยิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของความเข้มเสียงและระดับเสียงได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียง และคำนวณหาปริมาณต่างๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องมาให้
3. อธิบายองค์ประกอบต่าง ๆ ของการได้ยิน ได้แก่ หูกับการได้ยิน ระดับสูงต่ำของเสียง เสียงดนตรี คุณภาพเสียง มลภาวะของเสียง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ปริมาณใดของเสียง(ความเข้มเสียง หรือระดับเสียง) ที่ทำให้ทราบว่าเสียงดังหรือเสียงเบาคือ
2. เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์เริ่มได้ยินมีค่าเท่ากับและอยู่ที่ระดับกี่เดซิเบล
3. เสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้มีค่าเท่ากับและอยู่ที่ระดับกี่เดซิเบล
4. เสียงที่เราได้ยินเสียงสูงหรือเสียงต่ำ เรียกว่า ความเข้มเสียง หรือระดับเสียง
5. ช่วงความถี่ที่มนุษย์ได้ยินมีค่าเท่ากับ
6. คลื่นได้เสียงเป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่า..... เฮิรตซ์
7. คลื่นเหนือเสียงเป็นคลื่นที่มีความถี่สูงกว่าเฮิรตซ์
8. สิ่งที่ช่วยในการแยกแหล่งกำเนิดเสียง คือ
9. เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และเสียงที่ทำให้ความรำคาญแก่ผู้ฟัง คือ.....
10. การได้ยินของหูคนเรานั้นขึ้นอยู่กับ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

11. เมื่อยืนห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 16 เมตร จะต้องเดินห่างจากจุดเดิมกี่เมตร จึงจะได้ยินเสียงที่มีความเข้มเป็น $\frac{1}{25}$ เท่าของความเข้มเสียงเดิม (ตอบ 64 เมตร)

วิธีทำ

12. ผู้ฟังจะได้ยินมีความเข้มเป็นกี่เท่าของความเข้มเสียงเดิม ถ้าระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ฟังเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (ตอบ $\frac{1}{4}$)

วิธีทำ

13. จงหาว่าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร จะได้ยินเสียงกี่วัตต์ต่อตารางเมตร ถ้าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 25 เมตร ได้ยินเสียง 10^{-9} วัตต์ต่อตาราง (ตอบ $6.25 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$)

วิธีทำ

14. ชายคนหนึ่งยืนห่าง 4 เมตร จากวิทยุที่กำลังเปิดเสียงอยู่ เขาได้ยินเสียง 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร เขาจะต้องเดินออกไปจากตำแหน่งที่ยืนกี่เมตร จึงจะเริ่มไม่ได้ยินเสียงวิทยุ (ตอบ 36 เมตร)

วิธีทำ

15. ได้ยินเสียงตะโกนสุดเสียงจากคนในกลุ่ม วัดระดับความเข้มเสียงได้ 70 เดซิเบล ถ้าให้คน 10 คน ในกลุ่มตะโกนสุดเสียงเช่นกันพร้อมกัน จะได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มกี่เดซิเบล (ตอบ 80 เดซิเบล)
วิธีทำ

16. ถ้าสมมุติว่าขณะเครื่องบินโดยสารไอพ่นกำลังบินขึ้นจากสนามบินก่อให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 120 เดซิเบล ณ จุดที่ห่างจากเครื่องบิน 60 เมตร จะต้องปลูกบ้านห่างจากสนามบินกี่กิโลเมตรจึงจะได้ยินเสียงดังไม่เกิน 80 เดซิเบล (ตอบ 6 กิโลเมตร)
วิธีทำ

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน

สถานการณ์ที่ 2 “ภัยร้ายจากเสียง”



“เมื่อหลายปีก่อน บ้านใกล้ๆ พวกกันซ่อมแซมต่อเติมบ้าน เสียงตัดเหล็ก เจาะพื้นและผนังรบกวน เป็นเสียงที่ได้ยินแล้วทั้งปวดหูและปวดหัวมาก แม้จะปิดหน้าต่างและเปิดเครื่องปรับอากาศ เสียงก็ยังดังมาก

“พอดีเป็นช่วงที่ต้องเร่งทำงานขึ้นเพื่อจัดนิทรรศการ จึงหนีไปไหนไม่ได้เพราะต้องทำงานอยู่ที่บ้าน ทั้งวัน แกรมเสียงเจาะพื้นผนังเป็นเสียงสั่นสะเทือนที่เดินทางเข้าสมองมาโดยผ่านกะโหลกศีรษะ ไม่มีเทคโนโลยีอะไรที่ป้องกันได้

“อยู่มาคืนหนึ่งก็มีอาการหูดับ คือไม่ได้ยินเสียงอะไรเลย เหมือนตกลงไปในหลุมดำ ดิ่งลงไปไหน อยู่ในถ้ำมืดที่ไม่มีอากาศหายใจ และรู้สึกหายใจไม่ออก คล้ายกับคนใกล้ตาย เป็นภาวะที่น่ากลัวและทรมานมาก

“ลึกลับก็มีเสียงดังว๊วๆ ในหู ที่แรกเหมือนจิ้งหรีดร้องในหูตลอดเวลา เป็นกลางดึกจึงไม่ได้ไปหาหมอทันที คิดว่าจะใช้วิธีนั่งสมาธิเยียวยาตัวเอง ตอนนั้นยังไม่มีความรู้เรื่องหูอึง ว่าถ้าเกิดอาการเช่นนี้ต้องรีบไปหาหมอนทันทีภายในยี่สิบสี่ชั่วโมง

“ยิ่งตอนเข้านอน เสียงรบกวนในหูก็จะดังมากขึ้น ถึงแม้จะง่วงนอนมากแต่นอนไม่ได้ ทั้งๆ ที่เคยเป็นคนหลับง่ายเสียงในหูดังขึ้นทุกวัน และกลายเป็นเสียงจ๊กจั่นมาเป็นกองทัพ บางวันก็เหมือนเสียงกลองนอนไม่หลับอยู่สองอาทิตย์” คุณปานชลิสาธยายสารพัดอาการที่เกิดขึ้นให้ฟัง

เมื่อร่างกายมีอาการผิดปกติมากขึ้นมีอาการทนเสียงดังๆ แทบไม่ได้ แม้แต่เสียงปิดเปิดประตูดังๆ หรือเสียงสุนัขเห่าก็รบกวนเธอมาก เธอจึงไปพบคุณหมอซึ่งตรวจพบว่าเธอป่วยด้วย “โรคประสาทหูเสื่อม และมีเสียงกริ่งในหู” หรือ “หูอึง”

ที่มา : <http://goodlifeupdate.com/healthy-body/health-education/63659.html>

คำชี้แจง จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)

➤ ปัญหาของเรื่องนี่คือ

.....

.....

.....

➤ สาเหตุหลักของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

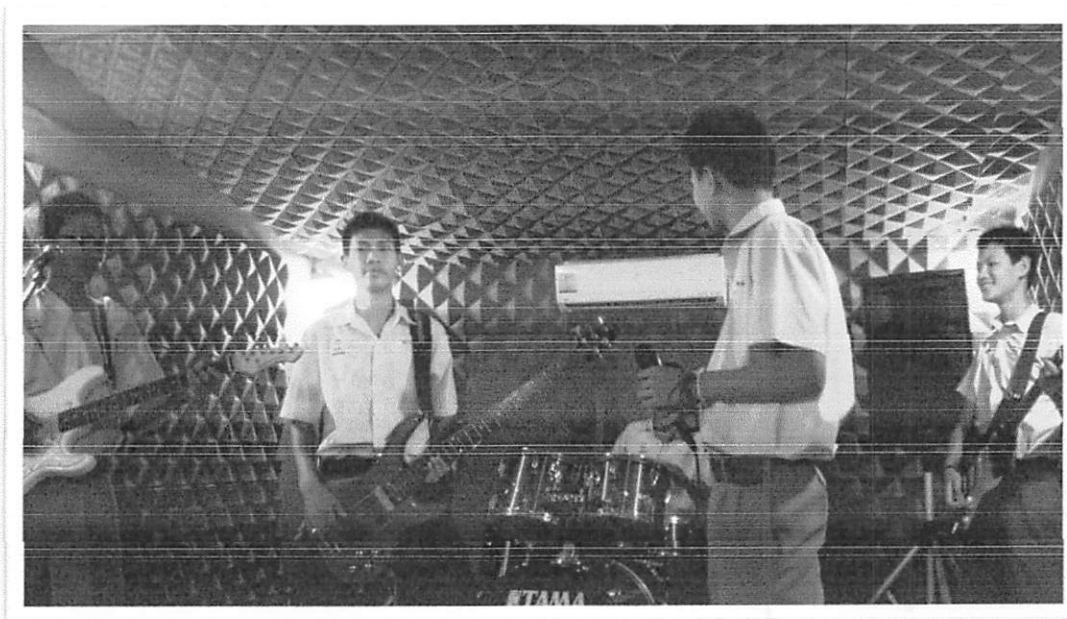
แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำชี้แจง

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงความสามารถในการปฏิบัติตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการค้นพบความจริง (Fact Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนดไว้ เพื่อการตัดสินใจและพิจารณาสภาพปัญหา
2. ความสามารถในการค้นพบปัญหา (Problem Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้นๆ และพิจารณาระบุนสาเหตุของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถในการค้นหาแนวคิด (Idea Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหาเพื่อหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด
4. ความสามารถในการค้นหาคำตอบ (Solution Finding Ability) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ที่ได้มาตรฐาน และการแสดงรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยระบุนผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นทางเลือกที่ได้เลือกไว้ไปใช้ในการแก้ปัญหา
5. ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ (Creating New Challenge Ability) หมายถึง ความสามารถในการนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นแนวคิดใหม่ หรือวิธีการใหม่ เพื่อการสร้างสรรค์ผลงาน

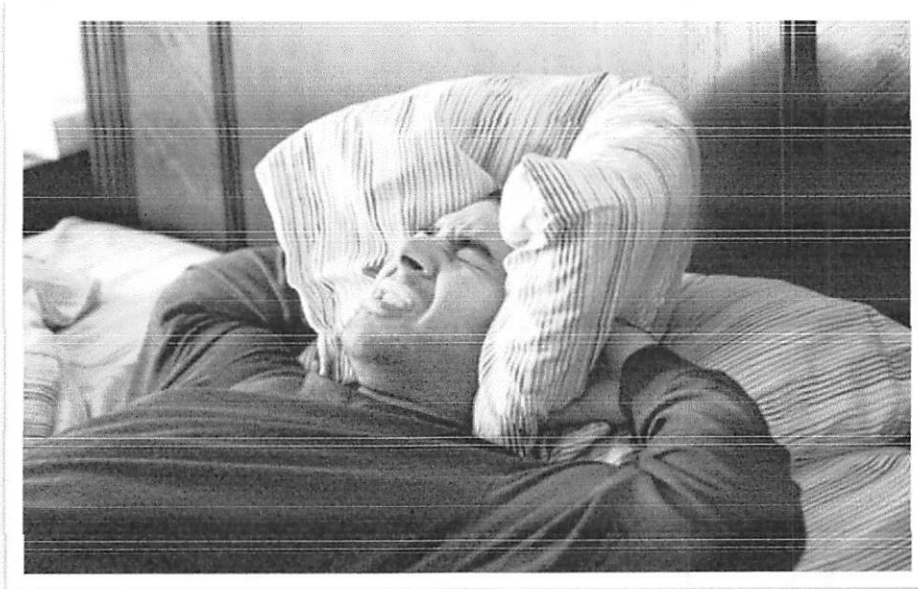
สถานการณ์ที่ 1 “ห้องซ้อมดนตรี”



ที่มาของภาพ : <https://goo.gl/images/yVxb7n>

วันที่ 26 มิถุนายนของทุกปี เป็นวันสุนทรภู่และวันต่อต้านยาเสพติดโลก โรงเรียนนครบางยางพิทยาคมได้จัดกิจกรรมวันสุนทรภู่และวันต่อต้านยาเสพติดโลก มีการแสดงดนตรีสากลเป็นประจำทุกปี ในปีนี้วงดนตรีของนักเรียนได้รับการคัดเลือกให้แสดงดนตรีในวันดังกล่าว นักเรียนตั้งใจแสดงฝีมือกันอย่างเต็มที่ จึงได้นัดเพื่อนในวงไปซ้อมดนตรีกันที่ห้องดนตรีของโรงเรียนในเวลาว่าง ซึ่งห้องซ้อมดนตรีของโรงเรียนก็เป็นห้องเรียนทั่วไปที่มีลักษณะปิดทึบ ในขณะที่กำลังซ้อมดนตรีอยู่นั้นมีคุณครูท่านหนึ่งได้เดินเข้ามาว่ากล่าวตักเตือนเรื่องเสียงที่ออกจากห้องซ้อมไปรบกวนนักเรียนห้องอื่นที่กำลังเรียนอยู่ให้นักเรียนหาทางป้องกันเสียงที่ดังรบกวน หรือซ้อมหลังเวลาเลิกเรียน วันหยุดเสาร์-อาทิตย์แทน แต่สมาชิกในวงมาจากหลากหลายหมู่บ้าน บางคนเดินทางด้วยรถรับส่งนักเรียน ไม่มีรถส่วนตัว ในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ บางคนต้องเดินทางไปเรียนพิเศษในเมือง บางคนต้องช่วยทางบ้านทำงาน ทำให้นักเรียนไม่สามารถรวมวงซ้อมดนตรีได้

สถานการณ์ที่ 2 “เสียงดัง ๆ ของคนข้างบ้าน”



ที่มาของภาพ : <https://goo.gl/images/svgRTw>

ในวันที่ร่างกายเหนื่อยล้าจากการเรียน จากการทำงาน เพียงแค่กลับบ้านแล้วได้ล้มตัวลงนอน ก็จะทำให้สามารถพักผ่อนได้อย่างเต็มที่แล้ว แต่ความเป็นจริงนั้น เวลานั้นนักเรียนกลับมาถึงบ้านที่ไร่นักเรียนก็จะเจอกับเพื่อนบ้านที่มักจะชวนเพื่อนมาสังสรรค์ กินดื่ม และเปิดเพลงส่งเสียงดังเอะอะโวยวาย หลังเลิกงานจนตึกตื่นเป็นประจำทุกวัน เสียงดังที่บุกรุกเข้ามาในห้องของนักเรียนตอนนักเรียนกำลังพยายามจะนอนนั้น สามารถทำให้นักเรียนนอนไม่หลับตอนกลางคืนและทำให้นักเรียนตื่นหัวตอเช้าได้ การนอนหลับไม่สนิทจะนำไปสู่ปัญหาสุขภาพหลายอย่าง ได้แก่ โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคหัวใจ น้ำหนักขึ้น และความรู้สึกเหนื่อยล้า

นักเรียนจะทำอย่างไรในเรื่องเสียงดังที่ไม่พึงประสงค์นี้ โดยที่นักเรียนจะนอนหลับสบายไม่ว่าจะเกิดอะไรขึ้นข้างนอกบ้าน

คำเตือน

- การใช้ยานอนหลับที่มีขายตามร้านขายยาทั่วไปสามารถช่วยให้นักเรียนหลับได้แม้จะมีเสียงดังหนวกหู แต่มันไม่ใช่ตัวเลือกที่ดีที่สุด อาจจะมีความเสี่ยงต่อการติดยาและไม่ได้แก้ปัญหาในระยะยาว
- ถ้านักเรียนขอให้เพื่อนบ้านเงียบเสียงลง พวกเขาจะเริ่มก้าวร้าวและไม่พอใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากพวกเขากำลังดื่มสุราก็ยิ่งจะยิ่งไม่สนใจ ยิ่งพูดก็เหมือนยิ่งยุ ทำให้เกิดเป็นเรื่องบาดหมางและทะเลาะกัน

สถานการณ์ที่ 3 “เสียงบีมสนั่น 2 กลางอำเภอนาดวง จังหวัดเลย”



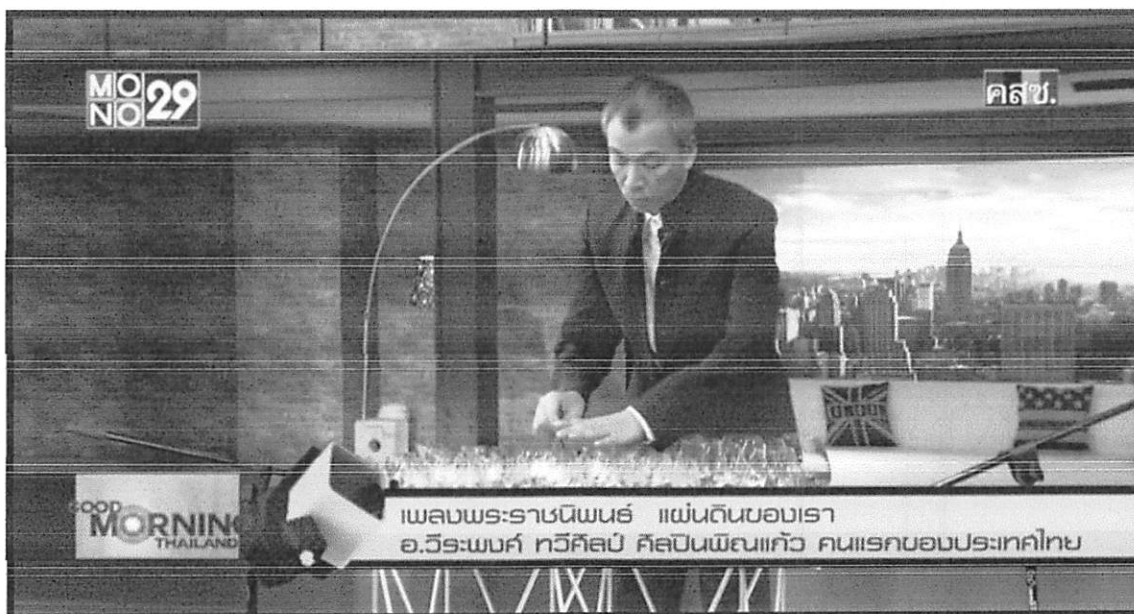
เกิดเสียงดังสนั่นเหมือนระเบิด 2 ลูก ระยะกว่า 10 กม. ดังกึกก้องไปทั่ว อ.นาดวง จ.เลย โดยแรงสะเทือนทำให้อาคาร ที่ว่าการอำเภอปูนแตกร้าวหลายจุด ด้าน ทอ. บัด ไม่มีเจ็ดฝึกบินวันนี้

เมื่อวันที่ 8 ก.พ.61 ชาวบ้านหลายตำบล อ.นาดวง จ.เลย ได้ยินเสียงระเบิดดังกึกก้องกัมปนาทติดต่อกัน 2 ลูก ไกล กว่า 10 กม. ทำให้อาคารที่ว่าการอำเภอนาดวงสั่นสะเทือน ปูนเกิดรอยร้าว กระจกแตก หลังชาวบ้านเห็นเครื่องบินรบบินผ่าน

โดย ไทยรัฐออนไลน์ 8 ก.พ. 2561 18:55

อ่านข่าวต่อได้ที่: <https://www.thairath.co.th/content/1199207>

สถานการณ์ที่ 4 “GLASS HARP (พิณแก้ว)”



ชมคลิปวิดีโอ : <https://mono29.com/episode/4445.html>

ท่วงทำนองบทเพลงอันไพเราะดังก้องกังวานผ่านปลายนิ้วสัมผัสบนปากแก้ว ดังมีมนต์สะกดชวนให้หลงใหลระคนประหลาดใจ คนไทยรู้จักเครื่องดนตรีชนิดนี้ในชื่อพิณแก้วโดย “วีระพงษ์ ทวีศักดิ์” ศิลปินผู้ปลุกเครื่องดนตรีโบราณจากต่างประเทศในชื่อ Grass Harp ขึ้นมาให้คนไทยได้รู้จัก พิณแก้วสำหรับเขาไม่ใช่เป็นเพียงเครื่องดนตรีที่ใช้โชว์เพื่อความบันเทิงเท่านั้น ณ วันนี้ ปรัชญาในการดำเนินของผู้ชายคนนี้คือต้องการใช้ดนตรีเพื่อเป็นสื่อในการพัฒนาจิตใจ และสร้างแรงบันดาลใจ โดยการถ่ายทอดให้แก่คนด้อยโอกาส ผู้พิการ และเด็กๆ

ถ้าหากนักเรียนต้องการทำเครื่องดนตรีขึ้นมาเพื่อแสดงโชว์ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน แต่นักเรียนไม่สามารถหาแก้วได้ นักเรียนจะอย่างไร โดยเครื่องดนตรีมีลักษณะดังนี้

1. ต้องเป็นเครื่องดนตรีที่ประหยัด
2. เป็นเครื่องดนตรีที่เราทำเองได้
3. ต้องเป็นเครื่องดนตรีที่ดึงดูดความสนใจ

คำชี้แจง จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)

➤ ปัญหาของเรื่องนี้คือ

.....

.....

.....

➤ สาเหตุหลักของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เกณฑ์	ระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์				
	1	2	3	4	5
1. ความสามารถในการค้นพบความจริง	บอกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่ได้ระบุข้อมูล	บอกข้อมูลที่อยู่ในสถานการณ์แต่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา	บอกข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในสถานการณ์เกี่ยวข้องกับปัญหา	บอกข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา	บอกข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ
2. ความสามารถในการค้นพบปัญหา	บอกปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์และไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง	บอกปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ถูกต้องแต่ไม่ระบุสาเหตุของปัญหาหรือระบุสาเหตุของปัญหาไม่ถูกต้อง	ค้นพบปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้นๆ และพิจารณาระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง	ค้นหาปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้นๆ และพิจารณาระบุสาเหตุของปัญหาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล	ค้นหาปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างหลากหลายและพิจารณาระบุสาเหตุของปัญหาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล
3. ความสามารถในการค้นพบแนวคิด	ไม่สามารถหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้	พิจารณหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาแต่บางแนวทางยังไม่สามารถสรุปได้	พิจารณหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป	พิจารณาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป และมีแนวโน้มสามารถนำไปแก้ปัญหาได้จริงในทุกวิธี	พิจารณาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป อย่างสร้างสรรค์และมีแนวโน้มสามารถนำไปแก้ปัญหาได้จริงในทุกวิธี

ตาราง 7 (ต่อ)

เกณฑ์	ระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์				
	1	2	3	4	5
4.ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา	ไม่สามารถเสนอเกณฑ์หรือบอกเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา	เกณฑ์ที่เสนอหรือเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ยังไม่เหมาะสม	เสนอเกณฑ์หรือเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด	เสนอเกณฑ์หรือแสดงเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด	นำความรู้หรือแนวความคิดที่ได้จากทักษะการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ไปใช้ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างหลากหลาย และแตกต่างจากคนอื่น โดยมีการเชื่อมโยงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์อื่นๆ และมีแนวโน้มในการนำไปปฏิบัติจริงได้
5. ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่	ไม่สามารถนำความรู้หรือแนวความคิดที่ได้จากชั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์อื่นๆ	นำความรู้หรือแนวความคิดที่ได้จากชั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์อื่น แต่มีความเป็นไปได้น้อย	นำความรู้หรือแนวความคิดที่ได้จากชั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์อื่นๆ ที่มีลักษณะ	นำความรู้หรือแนวความคิดที่ได้จากชั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยมี การเชื่อมโยง ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ	นำความรู้หรือแนวความคิดที่ได้จากทักษะการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ไปใช้ในการแก้ปัญหา กับ

			ใกล้เคียงกัน และมีความ เป็นไปได้	สถานการณ์ อื่นๆและมี ความเป็นไปได้ มากในการ นำไปปฏิบัติ	สถานการณ์ อื่นๆได้อย่าง หลากหลาย และแตกต่าง จากคนอื่น โดย มีการเชื่อมโยง ปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ อื่นๆและมี แนวโน้มในการ นำไปปฏิบัติจริง ได้
--	--	--	--	---	---

ภาคผนวก ค การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 8 แสดงผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	SD.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน								
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนถูกต้องตาม กับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา สามารถกระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหาได้	5	3	5	4	5	4.40	0.89	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา สามารถอธิบาย สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สามารถ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการ หลากหลายได้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ สามารถนำข้อมูลที่ ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็น ผลงานในรูปแบบที่หลากหลายได้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ สามารถนำข้อมูลที่ได้มา จัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่ หลากหลายได้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	SD.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
7. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นที่ 6 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ สามารถสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และ ประเมินผลงานได้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียน	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
ส่วนที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน								
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงถึงสาระ การเรียนรู้ได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. เวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้มีความชัดเจน สามารถ แสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดกับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการ เรียนรู้และผลการเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
5. สาระสำคัญมีความถูกต้อง เข้าใจง่าย ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและ ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	SD.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
9. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
10. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระสำคัญ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
11. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
13. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
14. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา และเวลาเรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
15. กิจกรรมการเรียนรู้เรียงไปตามขั้นตอน ได้อย่างเหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
16. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในกิจกรรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
17. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
18. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องและ จำเป็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
19. สื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
20. สื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	SD.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
21. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับ ความสามารถและวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
22. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
23. การวัดและประเมินผลใช้วิธีวัดผล เหมาะสมกับความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
24. เกณฑ์การประเมินผลมีความชัดเจน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
25. การวัดที่ระบุไว้สามารถวัดได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
26. บันทึกหลังการเรียนการสอนในแผนการ จัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบที่สำคัญและ จำเป็นต่อการนำไปแก้ปัญหาและปรับปรุงการ เรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อ ผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.71	0.44	มากที่สุด

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล	
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 1 “ห้องซ้อมดนตรี”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไรและมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล	
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 2 “เสียงดัง ๆ ของคนข้างบ้าน”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
สถานการณ์ที่ 3 “แก้วที่แตกแล้ว”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
สถานการณ์ที่ 4 “เสียงบีมสนั่น 2 กลางอำเภอนาดวง จังหวัดเลย”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้เป็นอะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล	
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 5 “GLASS HARP (พินแก้ว)”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
สถานการณ์ที่ 6 “โรคเกลียดเสียง”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
สถานการณ์ที่ 7 “เสียงร้ายทำลายสุขภาพ”								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้เป็นอะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	สรุปผล	
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 8 มหัทศจรีย์ “ดนตรีบำบัด” ฟันพลังกาย-ใจ								
1.	ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ (ความสามารถในการค้นพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร และมีสาเหตุมาจากอะไร (ความสามารถในการค้นพบปัญหา)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ให้ระบุอย่างน้อย 3 วิธี (ความสามารถในการค้นพบแนวคิด)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	จากข้อ 3. ให้นักเรียนเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา(โดยระบุเป็นขั้นตอน) ที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการนี้ (ความสามารถในการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	จากข้อ 4. นักเรียนสามารถนำแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างไรบ้าง(ยกตัวอย่างประกอบ) และนักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น (ความสามารถในการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สถานการณ์	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล (r ≥ 0.20)	แปลผล (0.20 ≥ P ≤ 0.80)	สรุปผล
1.	0.39	0.26	จำแนกได้	ค่อนข้างยาก	ใช้ได้
2.	0.43	0.23	จำแนกได้	ค่อนข้างยาก	ใช้ได้
3.	0.19	0.02	จำแนกไม่ได้	ยากมาก	ใช้ไม่ได้
4.	0.44	0.22	จำแนกได้	ค่อนข้างยาก	ใช้ได้
5.	0.38	0.20	จำแนกได้	ค่อนข้างยาก	ใช้ได้
6.	0.38	0.03	จำแนกได้	ยากมาก	ใช้ไม่ได้
7.	0.32	0.14	จำแนกได้	ยากมาก	ใช้ไม่ได้
8.	0.19	0.32	จำแนกไม่ได้	ค่อนข้างยาก	ใช้ไม่ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน คำนวณโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.85

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวทัศนีย์ แถวอุทุม
วัน เดือน ปี เกิด	13 ธันวาคม 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 28 หมู่ที่ 19 ตำบลบ้านกลาง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65220
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม เลขที่ 212 หมู่ 11 ตำบลบ้านแยง อำเภอ นครไทย จังหวัดพิษณุโลก 65120
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1 โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 39
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2557	วท.บ.วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2557	กศ.บ.การศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา(แขนงวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร