



ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2

เรื่อง คลื่น เสียงและแสง

E-Learning for Physics 2 : Waves Sound and Light

โดย

ปรียา อุนพวงษ์องอาจ

เสมา สอนประสม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สนับสนุนทุนวิจัยโดย

ศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปีการศึกษา 2549

ISBN 978-974-8371-49-8

ชื่อเรื่อง ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง

ชื่อผู้วิจัย ปรีชา อนุพงษ์อาจ

เสมา สอนประสม

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

## บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง รวมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง และศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 92 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Dream Weaver , Photoshop , Macromedia Flash Professional 8 , Java Script ข้อสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 วิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY 223) เฉพาะหัวข้อคลื่น เสียง แสง และแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T-Test

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อ่อนของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ และมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
2. ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง โดยมีค่าระดับรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.02 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย เท่ากับ .653 แสดงว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนนี้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก
3. นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนนี้ ในข้อที่ ได้รับค่าเฉลี่ย สูงสุด 3 อันดับแรก คือในด้านเนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน โดยมีค่า  $\bar{x} = 4.21$  S.D. = .605 รองลงมาคือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้ ได้ค่า  $\bar{x} = 4.16$  S.D. = .612 และ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ได้ค่า  $\bar{x} = 4.13$  S.D. = .561

**Title Name** E-Learning for Physics 2 : Waves Sound and Light

**Name** Preya Anupongongarch

Sema Sonprasom

**Faculty of Science , Rangsit University**

### **Abstract**

The purposes of the study were to design and develop E-learning for Physics 2 : Waves Sound and Light , to study the learning achievement of students who learned by using E-learning and to study student opinions on using E-Learning. A studying sample of 92 Engineer students who registered in the course Physics2 in Semester 2 of the 2006 Academic year were selected by purposive sampling. Course materials supporting this study were (1)E-learning for Physics 2 : Waves Sound and Light developed by Dream Weaver , Photoshop , Macromedia Flash Professional 8 , Java Script , (2) Paper examination of Physics2 in Semester 2 of the 2006 Academic year especially contents involving Wave Sound and Light , and (3) a questionnaire on student opinions for using E-learning for Physics 2 : Waves Sound and Light . The obtained data was analyzed by SPSS statistical packages.

The findings of the study reveal:

1. The learning achievement of the students who learned by using E-learning for Physics 2 : Waves Sound and Light were higher than students who did not learn by E-learning for Physics 2 : Waves Sound and Light and found that the difference of points was statistically significant at a 0.05 level.
2. Student opinions about using E-Learning for Physics 2 : Waves Sound and Light had on average total level of 4.02 and average standard deviation of .653 . This means that student opinions are at an appropriate level.
3. The top three rankings for student opinions about E-Learning for Physics 2 : Waves Sound and Light were content (4.21 S.D. = .605) , usefulness for learning by E-learning ( $\bar{x} = 4.16$  S.D. = .612) and exercises related to content ( $\bar{x} = 4.13$  S.D. = .561 )

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง เพื่อสนองต่อความต้องการในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองทุกเวลาของนักศึกษาในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบททวนบทเรียน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ และทบทวนได้ตลอดเวลาโดยศึกษาผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ตระกูลรังสี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุมัติทุนวิจัย

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจนา จันทร์ประเสริฐ ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้ทางด้านการใช้โปรแกรม SPSS และความรู้ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะในด้านการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณรัชณี เสาร์สุวรรณ และ อาจารย์พัฒนพงษ์ สุวรรณ ที่ให้คำแนะนำด้านโปรแกรม คอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทุกคนที่ร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากบุคคลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ ครอบครัว ที่คอยสนับสนุนในทุกด้าน และเป็นกำลังใจในขณะทำงานวิจัยนี้

ประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแก่ บิดา มารดา และครู อาจารย์ ทุกท่าน ผู้ประสิทธิประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรียา อนุพงษ์อ้ออาจ หัวหน้าโครงการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสมา สอนประสม ผู้ร่วมวิจัย

สิงหาคม 2550

# สารบัญ

	หน้า
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
• ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
• วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
• สมมติฐานการวิจัย	2
• ขอบเขตงานวิจัย	3
• ข้อตกลงเบื้องต้น	4
• นิยามศัพท์เฉพาะ	5
• ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>6</b>
<b>ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์</b>	<b>6</b>
1.1 ความเป็นมาของสื่ออิเล็กทรอนิกส์	6
1.2 รูปแบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์	9
1.3 ข้อดีข้อเสียของการเรียนการสอนผ่านเว็บ	10
<b>ตอนที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน</b>	<b>11</b>
2.1 องค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
2.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	12
<b>ตอนที่ 3 ทฤษฎีการเรียนรู้</b>	<b>13</b>
3.1.. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม	13
3.2 ทฤษฎีปัญญานิยม	13
3.3 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้	14
3.4 ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา	14
<b>ตอนที่ 4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์</b>	<b>15</b>
4.1 Macromedia Dreamweaver	15
4.2 Photoshop	18
4.3..Macromedia Flash Professional 8	21
4.4 JavaScript	24
<b>ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>26</b>

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3</b> วิธีดำเนินการวิจัย	29
● ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
● เครื่องมือในการวิจัย	29
● ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	30
● ลักษณะเครื่องมือในการวิจัย	39
● การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
● สถิติที่ใช้ในการวิจัย	41
<b>บทที่ 4</b> ผลการวิจัย	43
● การวิเคราะห์ข้อมูล	43
<b>บทที่ 5</b> สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	55
● สรุปผลการวิจัย	60
● อภิปรายผลการวิจัย	61
● ข้อเสนอแนะ	61
<b>บรรณานุกรม</b>	63
<b>ภาคผนวก</b>	65
● ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้ระบบ ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง	66
● ภาคผนวก ข. ข้อสอบปลายภาค ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง	138
● ภาคผนวก ค. แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชา ฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง	143
● ภาคผนวก ง. ตารางการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง	147
● ภาคผนวก จ. การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติ/คำสั่งของโปรแกรม SPSS	150
<b>ประวัตินักวิจัย</b>	152

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและนัยสำคัญทางสถิติของ กลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับ กลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้)	45
ตารางที่ 2	แสดงค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการเปรียบเทียบของกลุ่มทดลอง นัยสำคัญทางสถิติของกลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับ กลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้)	46
ตารางที่ 3	แสดงค่าจำนวน(คน) และร้อยละของสถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถามความ คิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง จำแนกตาม เพศ เกรดเฉลี่ย และสถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต	47
ตารางที่ 4	แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็น ของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง	49
ตารางที่ 5	แสดงค่าเฉลี่ย( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชา ฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง	52
ตารางภาคผนวกที่ 1	แสดงระดับผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	144
ตารางภาคผนวกที่ 2	แสดงคะแนนสอบในเรื่องคลื่น เสียง แสง ของกลุ่มตัวอย่าง	145
ตารางภาคผนวกที่ 3	แสดงคะแนนสอบในเรื่องคลื่น เสียง แสง ของกลุ่มควบคุม	146

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดง Site Window	16
รูปที่ 2.2 แสดง Insert Rollover Image	16
รูปที่ 2.3 แสดงคำสั่ง HTML	17
รูปที่ 2.4 แสดงการสร้าง Frame	17
รูปที่ 2.5 แสดงหน้าแรกเข้าสู่โปรแกรม Photoshop	18
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบของหน้าจอ	19
รูปที่ 2.7 แสดงความละเอียดของหน้าจอ	20
รูปที่ 2.8 แสดงหน้าแรกเพื่อเข้าสู่โปรแกรม Flash	21
รูปที่ 2.9 แสดงแถบชื่อ	21
รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในโปรแกรม	22
รูปที่ 2.11 แสดงแถบเมนู	22
รูปที่ 2.12 แสดงแถบคำสั่งโปรแกรม	22
รูปที่ 2.13 แสดงหน้าต่างสร้างภาพเคลื่อนไหว	23
รูปที่ 2.14 แสดงกรอบหน้าต่างย่อย	23
รูปที่ 2.15 แสดงที่เก็บรวบรวมไฟล์ต่างๆ	23
รูปที่ 2.16 แสดงพื้นที่แสดง และพื้นที่ทำงาน	24

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นเพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และยังเป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาวิชาชีพเฉพาะในสายวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ได้แยกออกเป็นหลายหัวข้อย่อยๆ และในหัวข้อที่สำคัญมากอีกหัวข้อหนึ่งก็คือเรื่อง คลื่น เสียงและแสง ซึ่งเรื่องนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจถึงคุณสมบัติของคลื่น เสียงและแสง ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรมและการแพทย์ได้อีกด้วย

สำหรับภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ได้เปิดสอนรายวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY223) สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งการสอนจะมุ่งเน้นที่การสร้างแนวคิดที่สำคัญทางฟิสิกส์ รวมถึงการสร้างทักษะในการวิเคราะห์และการคำนวณ โดยอาศัยพีชคณิตและแคลคูลัส และรายวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 (PHY133) สำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งการสอนจะมุ่งเน้นที่หลักการทางฟิสิกส์ไปสู่การประยุกต์โดยอาศัยพีชคณิตและแคลคูลัสเบื้องต้นเป็นพื้นฐาน

สำหรับรายวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY223) ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ในหัวข้อเรื่อง คลื่น เสียงและแสง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายวิชานี้ตั้งแต่ปีการศึกษา 2545 จนถึงปัจจุบันพบว่า ในหัวข้อเหล่านี้ นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้ เนื่องจาก เป็นเรื่องที่ยากในการทำความเข้าใจและสร้างภาพในการเคลื่อนที่แบบคลื่นและการสั่นของอนุภาคในตัวกลาง อีกทั้งในปัจจุบันนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์บางส่วนเป็นนักศึกษาที่จบการศึกษาสายวิชาชีพ (ปวส.) ซึ่งไม่เคยได้เรียนในหัวข้อคลื่น เสียงและแสง มาก่อน จึงทำให้เกิดปัญหาในการเรียนการสอน นอกจากนี้การสอนวิชาฟิสิกส์ในสายวิศวกรรมศาสตร์เป็นไปอย่างเข้มข้นเพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำความรู้พื้นฐานนี้ ไปใช้ในสาขาวิชาชีพ ซึ่งถ้าความรู้ขั้นพื้นฐานของนักศึกษามีน้อยและนักศึกษาคาดความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปไม่ได้ตามเป้าหมายที่ภาควิชาตั้งไว้

เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาททางด้านการศึกษามาก หนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมมากคือ การนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพมาก (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ , 2550) นอกจากจะนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัดแล้วยังสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริง ซึ่งจะมีผลต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนให้มีความสนใจและเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นในการเรียน คณะผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการผลิตชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยสอนของอาจารย์และช่วยในการเรียนของนักศึกษา และยังเปิดโอกาสให้ผู้สนใจได้เข้ามาศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้อีกด้วย นอกจากนี้มหาวิทยาลัยรังสิตมีเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้อย่างอิสระ ซึ่งเมื่อผลิตชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ออกมาจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสงในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบททวนบทเรียน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ตลอดเวลาโดยศึกษาผ่านทางระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง

### สมมติฐานการวิจัย

หลังจากที่การวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้

1. นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง (ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย) จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้มากกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้และมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )
2. ความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง (ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย) อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก

## ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย ประกอบด้วย ประชากร , กลุ่มตัวอย่าง , เนื้อหา , ซอฟต์แวร์ที่ใช้ , พื้นที่ , ระยะเวลา, ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 117 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2549)
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY 223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 92คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง
3. เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่นเสียง แสง นี้ มาจากเอกสารคำสอนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 และ ฟิสิกส์ 2 (PHY133 และ PHY 223 ) เรียบเรียง โดย ผศ.ปริยา อนุพงษ์อ้ออาจ
4. แบบฝึกหัดเรื่อง คลื่น เสียงและแสง เป็นแบบฝึกหัดประเภทปรนัยที่ได้มาจากคลังข้อสอบของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต โดยมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80
5. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ใช้ Dream weaver , Photoshop , Macromedia Flash Professional 8 , Java Script
6. พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและพัฒนาสื่อ คือ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
7. งานวิจัยนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 – มีนาคม 2550
8. ตัวแปรที่ศึกษา คือ

ตัวแปรต้น คือ สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง เผยแพร่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตัวแปรตาม คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง
2. ความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง

## ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง กลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้) จำนวน 20 คน ต้องเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และ นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสงนี้ จำนวน 52 คน
2. ผู้ทำการวิจัยเป็นผู้พัฒนาชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และ แสง โดยใช้ซอฟต์แวร์ Dream weaver , Photoshop , Macromedia Flash Professional 8 , Java Script

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา อนุพงษ์อาจและผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสมอ สอนประสม และเผยแพร่ทาง Website เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น
2. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิตที่ต้องลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้
4. ความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง หมายถึง ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อข้อความที่กำหนดซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด , มาก , ปานกลาง , น้อย , น้อยที่สุด

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบบทเรียนช่วยสอนประเภทชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสงในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน
2. ได้สื่อการเรียนที่น่าสนใจประกอบการเรียนการสอนที่ง่ายต่อความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียน

3. ได้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยและกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจในการเรียนเนื่องจากมีการนำเสนอทั้งเนื้อหา รูปภาพรวมถึงภาพเคลื่อนไหว
4. ได้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ตลอดเวลาตามต้องการแม้ว่าอยู่นอกห้องเรียน
5. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาอื่น ๆ
6. ส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง ออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการเรียนรู้

ตอนที่ 4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์

##### 1.1 ความเป็นมาของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ( <http://cemt.swu.ac.th/ele.htm> ) หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า สื่อดิจิทัล เนื่องจากคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูลที่เป็นสัญญาณในระบบดิจิทัล (Digital Signal) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละยุคสมัยได้มีการเปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยีทำให้มีผลต่อการเข้าสู่ยุคสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวิวัฒนาการของสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นลำดับ แบ่งได้เป็น 4 ยุค คือ

- ยุคคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและฝึกอบรม (Instructor Led Training Era) เป็นยุคที่อยู่ในช่วงเริ่มใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษามาจนถึงปี ค.ศ. 1983
- ยุคมัลติมีเดีย (Multimedia Era) อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1984 - 1993 ตรงกับช่วงที่มีการใช้ Microsoft Windows 3.1 อย่างกว้างขวาง มีการใช้ซีดีรอมในการเก็บบันทึกข้อมูล มีการใช้โปรแกรม Power Point สร้างสื่อนำเสนอ ทั้งทางธุรกิจและการศึกษา โดยนำมาประยุกต์สร้างสื่อการสอน บทเรียน พร้อมบันทึกในแผ่นซีดี สามารถนำไปใช้สอนและเรียนได้ตามเวลาและสถานที่ที่มีความสะดวก แต่มีข้อเสียที่ทำให้ผู้เรียนขาดปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน

- ยุคเว็บเริ่มต้น (Web Infancy) อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1994 - 1999 มีการนำเทคโนโลยีเว็บเข้ามาเป็นบริการหนึ่งของอินเทอร์เน็ต มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเว็บสร้างบทเรียนช่วยสอนและฝึกอบรม รวมทั้งเทคโนโลยีมัลติมีเดียบนเว็บที่ยังมีความสามารถในการส่งข้อมูลได้ช้า
- ยุคเว็บใหม่ (Next Generation Web) เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นไป เป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าในการรับส่งข้อมูลมัลติมีเดีย ใช้ประโยชน์ในการฝึกอบรมและการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมและการเรียนรู้ เป็นการก้าวสู่ยุคของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ใช้เว็บเป็นพื้นฐานสำคัญ ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้เว็บเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ และมีคำเรียกแตกต่างกันไป เช่น การเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web-Based Instruction) การเรียนอย่างมีปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บ (Web-Based Interactive Environment) การศึกษาผ่านเว็บ (Web-Based Education) การนำเสนอมัลติมีเดียผ่านเว็บ (Web-Based Multimedia Presentations) และการศึกษาที่ช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Education Aid) เป็นต้น

จากเว็บไซต์ <http://www.nectec.or.th/courseware/cai/0018.html> ได้อธิบายเกี่ยวกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตได้พัฒนาและเติบโตอย่างรวดเร็วและได้ก้าวมาเป็นเครื่องมือชิ้นสำคัญ ที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอน การฝึกอบรม รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ โดยพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI (Computer Aided Instruction) เดิมๆ ให้เป็น WBI (Web Based Instruction) หรือการเรียนการสอนผ่านบริการเว็บเพจ ส่งผลให้ข้อมูลในรูปแบบ WBI สามารถเผยแพร่ได้รวดเร็ว และกว้างไกลกว่าสื่อ CAI ปกติ ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

- สามารถประหยัดเงินที่ต้องลงทุนในการจัดหาซอฟต์แวร์สร้างสื่อ (Authoring Tools) ไม่จำเป็นต้องซื้อโปรแกรมราคาแพงๆ มาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างสื่อการเรียนการสอน เพราะสามารถใช้ Note Pad ที่มาพร้อมกับ Microsoft Windows ทุกรุ่น หรือ Text Editor ใดๆ ก็ได้ลงรหัส HTML (Hyper Text Markup Language) สร้างเอกสาร HTML ที่มีลักษณะการถ่ายทอดความรู้ด้านการศึกษา
- คุณสมบัติของเอกสาร HTML ที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้ทั้งข้อความ ภาพ เสียง VDO และสามารถสร้างจุดเชื่อมโยงไปตำแหน่งต่างๆ ได้ตามความต้องการของผู้พัฒนาส่งผลให้การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ WBI เป็นที่นิยมอย่างสูง และได้รับการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบมาเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ E-Learning (Electronics Learning) ซึ่งกำลังได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน

สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ E-Learning สามารถกล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบที่พัฒนาต่อเนื่องมาจาก WBI โดยมีจุดเริ่มต้นจากแผนเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาของชาติ สหรัฐอเมริกา (The National Educational Technology Plan'1996) ของกระทรวงศึกษาธิการสหรัฐอเมริกา ที่ต้องการพัฒนารูปแบบการเรียนของนักเรียนให้เข้ากับศตวรรษที่ 21 การพัฒนาระบบการเรียนรู้จึงมีการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมาช่วยเสริมอย่างเป็นจริงเป็นจัง ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า E-Learning คือการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต โดยเฉพาะบริการด้านเว็บเพจเข้ามาช่วยในการเรียนการสอน การถ่ายทอดความรู้ และการอบรม

มีผู้ให้ความหมายของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ดังต่อไปนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (บทความทางการศึกษา E-Learning : ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ในอนาคตจากเว็บไซต์ <http://www.eschool.su.ac.th/admin/articleadm.php?no=2&code=y>) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือ E-Learning หมายถึง การเรียนรู้บนฐานเทคโนโลยี (Technology-Based Learning) ซึ่งครอบคลุมวิธีการเรียนรู้ หลากหลายรูปแบบ อาทิ - การเรียนรู้บนคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Learning) - การเรียนรู้บนเว็บ (Web-Based Learning) - ห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classrooms) - ความร่วมมือดิจิทัล (Digital Collaboration) เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท อาทิ อินเทอร์เน็ต (Internet) อินทราเน็ต (Intranet) เอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet) การถ่ายทอดผ่านดาวเทียม (Satellite Broadcast) แถบบันทึกเสียงและวิดีโอเทป (Audio/Video Tape) โทรทัศน์ที่สามารถโต้ตอบกันได้ (Interactive TV) และซีดีรอม (CD-ROM) การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ โดยผู้เรียนสามารถเลือกสื่อการเรียนการสอนได้ตามความถนัดและความสนใจ ทั้งในรูปแบบของตัวอักษร รูปภาพ ภาพสร้างสรรค์จำลอง (Animations) สถานการณ์จำลอง (Simulations) เสียงและภาพเคลื่อนไหว (Audio and Video Sequences) กลุ่มอภิปราย (Peer and Expert Discussion Groups) และการปรึกษาออนไลน์ (Online Mentoring) ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 มากกว่าการเรียนรู้โดยการฟังการบรรยายในห้องเรียน หรือจากการอ่านหนังสือ และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นถึงร้อยละ 60 ของการเรียนรู้แบบดั้งเดิม

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (ความหมาย E-Learning จากเว็บไซต์ [http://vod.msu.ac.th/0503409/2\\_7\\_1.htm](http://vod.msu.ac.th/0503409/2_7_1.htm)) ได้กล่าวว่า E-Learning เป็นการเรียนในยุคสมัยที่เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารมีบทบาทในการศึกษา โดยมีพัฒนาการไปตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ต ครอบคลุมการเรียนในหลายรูปแบบ ทั้งการเรียนทางไกล และเรียนผ่านเครือข่าย

อนอมพร เลหาจรัสแสง(2545) ได้ให้ความหมายของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ว่า สื่ออิเล็กทรอนิกส์ทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอบทเรียนจากเอกสารตำราให้อยู่ในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยเน้นการออกแบบ ซึ่งใช้ข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอมีมิติมีเสียง และการให้ผลป้อนโดยทันทีแก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการเข้าถึงเนื้อหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นระบบการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเว็บ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Center Learning) ผู้เรียนเป็นผู้คิด ตัดสินใจเรียน โดยการสร้างความรู้และความเข้าใจใหม่ๆ ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ให้เข้ากับชีวิตจริง ครอบคลุมการเรียนทุกรูปแบบ ทั้งการเรียนทางไกล และการเรียนผ่านเครือข่ายระบบต่างๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า E-learning ว่าเป็น การใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตเข้ามาส่งเสริมการเรียน การสอน ให้เกิดประสิทธิผล เป็นสื่อคำที่มีความหมายใกล้เคียงเช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI = Computer Assisted Instruction) หรือ การสอนบนเว็บ (WBI = Web-based Instruction) นั่นเอง โดยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สามารถพิจารณาได้จากคุณลักษณะ ดังนี้

- เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา โดยมีเนื้อหาในรายวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นอย่างน้อย หรือ การศึกษาตามอัธยาศัย
- ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จากทุกที่ทุกเวลาโดยอิสระ
- ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละเนื้อหา ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับ หรือพร้อมกับผู้เรียนรายอื่น
- มีระบบปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน และสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้
- มีเครื่องมือที่วัดผลการเรียนได้
- มีการออกแบบการเรียนการสอนอย่างมีระบบ

## 1.2. รูปแบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน สื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีหลายรูปแบบ ดังนี้

- 1.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บ เป็นสื่อที่พัฒนาด้วย โปรแกรมประเภท Authoring เช่น Toolbook , Director และ Authorware นำมาใช้บนเว็บ โดยผ่านกระบวนการบีบอัดหรือการกระจายให้เป็นแฟ้มขนาดเล็กหลายแฟ้มด้วย โปรแกรมเฉพาะของแต่ละบริษัทพัฒนาขึ้น เพื่อให้ใช้งานบนเว็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องรอการส่งแฟ้มเป็นเวลานาน และทำให้

สะดวกต่อการส่งข้อมูลออนไลน์ที่เรียกใช้งานบนเว็บแล้วแสดงผลได้ทันทีเหมือน เรียกจากแผ่นซีดี

- 1.2.2 สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่พัฒนาด้วยโปรแกรมบนวินโดวส์ และให้เรียกดูผ่านเว็บ หรือแปลงเป็นแฟ้มที่ดูได้บนเว็บ นิยมใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint ในการพัฒนาสื่อลักษณะนี้
- 1.2.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีรูปแบบและองค์ประกอบของหนังสือครบถ้วน
- 1.2.4 แผ่นใสอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการจัดทำสื่อที่อยู่ในรูปแผ่นใส หรือเอกสารประกอบการสอนอื่นๆ ให้เป็นแฟ้มที่อยู่ในสกุล pdf โดยการสแกนหรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบแฟ้มเอกสาร
- 1.2.5 เอกสารคำสอนอิเล็กทรอนิกส์ (Lecture Note ) อาจจัดทำให้อยู่ในรูปเอกสารในสกุล doc หรือ pdf หรือ html และเรียกดูด้วยโปรแกรมที่ใช้เรียกดูแฟ้มสกุลนั้นๆ
- 1.2.6 เทปเสียงคำสอนดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี RealAudio เพื่อให้เรียกฟังเสียง ในลักษณะรับฟังได้ในทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอการถ่ายโอนแฟ้มนาน
- 1.2.7 วิดีโอเทปดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี Real Video เพื่อให้เรียกภาพวิดีโอ ในลักษณะรับชมได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอการถ่ายโอนแฟ้มนาน
- 1.2.8 เอกสารไฮเปอร์เท็กซ์และไฮเปอร์มีเดีย เป็นสื่อที่จัดทำโดยใช้ภาษา HTML หรือ โปรแกรมช่วยสร้างเว็บเพจ ทั้งที่จัดทำเองและผู้อื่นจัดทำแล้วเชื่อมโยงไปยังแหล่งนั้น แหล่งรวมโฮมเพจรายวิชาในเว็บแหล่งหนึ่งที่รวบรวมโฮมเพจรายวิชาจากที่ต่างๆ ทั่วโลก คือ World Lecture Hall มีเว็บไซต์ชื่อ <http://www.utexas.edu/world/lecture/>
- 1.2.9 วารสารและนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีองค์กรจัดทำและเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต มีทั้งที่ต้องสมัครเป็นสมาชิก และให้บริการเป็นสาธารณะ

### 1.3 ข้อดีข้อเสียของการเรียนการสอนผ่านเว็บ (LearnSquare::Thai Opensource e-Learning แหล่งเรียนรู้แบบยกกำลังสองบนโลกยุคไอที)

## ข้อดี

- เอื้ออำนวยให้กับการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ รวมทั้งบุคคล
- ผู้เรียนและผู้สอนไม่ต้องการเรียนและสอนในเวลาเดียวกัน
- ผู้เรียนและผู้สอนไม่ต้องมาพบกันในห้องเรียน
- ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และผู้สอนที่ไม่พร้อมด้านเวลา ระยะทางในการเรียนได้เป็นอย่างดี
- ผู้เรียนที่ไม่มีความมั่นใจ กลัวการตอบคำถาม ตั้งคำถาม ตั้งประเด็นการเรียนรู้ในห้องเรียน มีความกล้ามากกว่าเดิม เนื่องจากไม่ต้องแสดงตนต่อหน้าผู้สอน โดยอาศัยเครื่องมือเช่น E-Mail ,Web board ,Chat ,Newsgroup แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ
- เน้นการเรียนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตรงตามหัวใจของการปฏิรูปการศึกษา

## ข้อเสีย

- ไม่สามารถรับรู้ความรู้สึก ปฏิติกริยาที่แท้จริงของผู้เรียนและผู้สอน
- ไม่สามารถสื่อความรู้สึก อารมณ์ในการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง
- ผู้เรียน และผู้สอน จะต้องมีความพร้อมในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ทั้งด้านอุปกรณ์ ทักษะการใช้งาน
- ผู้เรียนบางคน ไม่สามารถศึกษาด้วยตนเองได้

## ตอนที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่างๆในรูปแบบของตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ยังมีลักษณะเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือสามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ได้

### 2.1 องค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 2.1.1 เสนอสิ่งเร้าให้กับผู้เรียน ได้แก่ เนื้อหา ภาพนิ่ง คำถาม ภาพเคลื่อนไหว
- 2.1.2 ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ได้แก่ การตัดสินใจคำตอบ
- 2.1.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง ได้แก่ การให้รางวัล หรือ คะแนน ให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าในลำดับต่อไป

## 2.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.2.1 เพื่อการสอน (Tutorial Instruction)

วัตถุประสงค์เพื่อ การสอนเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียน มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย มีคำถามในตอนท้าย ถ้าตอบถูกและผ่าน ก็จะเรียนหน่วยถัดไป โปรแกรมประเภท Tutorial นี้มีผู้สร้างเป็นจำนวนมาก เป็นการนำเสนอ โปรแกรมแบบสาขา สามารถสร้างเพื่อสอนได้ทุกวิชา

### 2.2.2 ประเภทการฝึกหัด(Drill and Practice)

วัตถุประสงค์คือ ฝึกความแม่นยำ หลังจากที่เรียนเนื้อหาจากในห้องเรียนมาแล้ว โปรแกรมจะไม่เสนอเนื้อหา แต่ใช้วิธีสุ่มคำถามที่นำมาจากคลังข้อสอบ มีการเสนอคำถามซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อวัดความรู้จริง มิใช่การเดา จากนั้นก็จะประเมินผล

### 2.2.3 ประเภทสถานการณ์จำลอง(Simulation)

เพื่อให้ผู้เรียน ได้ทดลองปฏิบัติกับสถานการณ์จำลอง ที่มีความใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริง เพื่อฝึกทักษะและเรียนรู้ โดยไม่ต้องเสี่ยงหรือเสียค่าใช้จ่ายมาก มักเป็นโปรแกรมสาธิต(Demonstration) เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงทักษะที่จำเป็น

### 2.2.4 ประเภทเกมการสอน(Instruction Games)

ประเภทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมีการแข่งขัน เราสามารถใช้เกมในการสอน และเป็นสื่อที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้ในแง่ของกระบวนการ ทักษะคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ ทั้งยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มากขึ้นด้วย

### 2.2.5 ประเภทการค้นพบ(Discovery)

เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทดลองกระทำสิ่งต่างๆ ก่อน จนกระทั่งสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง โปรแกรมจะเสนอปัญหาให้ผู้เรียน ได้ลองผิทดลองดู และให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยผู้เรียนในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

### 2.2.6 ประเภทการแก้ปัญหา (Problem-Solving)

เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักการคิด การตัดสินใจ โดยจะมีเกณฑ์ ที่กำหนดให้แล้วผู้เรียน พิจารณาตามเกณฑ์นั้นๆ

### 2.2.7 ประเภทเพื่อทดสอบ (Test)

ประเภทนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสอน แต่เพื่อใช้ประเมินการสอนของครู หรือการเรียนของนักเรียน คอมพิวเตอร์จะประเมินผลในทันที ว่านักเรียนสอบได้ หรือสอบตก และจะอยู่ในลำดับที่เท่าไร ได้ผลการสอบกี่เปอร์เซ็นต์

### ตอนที่ 3 ทฤษฎีการเรียนรู้

สมตระกูล เพชรคง (2549) ได้อธิบายถึงทฤษฎีหลักๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของมนุษย์ และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility) ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้ (ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาจรส์แสง (2541: 52-56)

#### 3.1 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม

ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม เป็นทฤษฎีซึ่งเชื่อว่า จิตวิทยาเป็นเสมือนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของพฤติกรรมมนุษย์ (Scientific Study of Human Behavior) และการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก นอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimuli and Response) ซึ่งเชื่อว่า การตอบสนองกับสิ่งเร้าของมนุษย์ จะเกิดขึ้นควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบแสดงอาการกระทำ (Operant Conditioning) ซึ่งมีการเสริมแรง (Reinforcement) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้ จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่า เป็นลำดับการสอนที่ดี และผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

#### 3.2 ทฤษฎีปัญญานิยม

ทฤษฎีปัญญานิยมนี้เกิดขึ้นจากแนวคิดของชอมสกี (Chomsky) ที่ไม่เห็นด้วยกับสกินเนอร์ (Skinner) บิดาของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ในการมองพฤติกรรมว่าเป็นเสมือนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ชอมสกีเชื่อว่า พฤติกรรมมนุษย์นั้นเป็นเรื่องของภายในจิตใจมนุษย์ มนุษย์มีความนึกคิด มีอารมณ์ จิตใจและความรู้สึกภายในที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนก็ควรที่คำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วย ทฤษฎีปัญญานิยมนี้ส่งผลต่อการเรียนการสอนที่สำคัญในยุคนั้น กล่าวคือ ทฤษฎีปัญญานิยมทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบในลักษณะสาขา (Branching) ของ คราวเดอร์ (Crowder) ซึ่งการออกแบบบทเรียนในลักษณะสาขา หากเมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียนที่ออกแบบตามแนวคิดของพฤติกรรมนิยมแล้ว จะทำให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้นในการควบคุมการเรียนของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระมากขึ้นในการเลือกลำดับของการเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎี

ปัญญานิยมนี้ก็จะมีการสร้างของบทเรียนในลักษณะสาขาเช่นกัน โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกัน โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอต่อไปนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

### 3.3 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้

ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยมนี้ ยังได้เกิดทฤษฎีโครงสร้างความรู้ขึ้น ซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้น จะมีลักษณะเป็นกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ การที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ นั้น มนุษย์จะนำความรู้ใหม่ ๆ ที่เพิ่งได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้เดิม (Pre-Existing -Knowledge)

### 3.4 ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา

นอกจากการเกิดทฤษฎีโครงสร้างความรู้แล้ว ยังเกิดทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา ซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อว่า ความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่นชัดและสลับซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกันไป โดยองค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชาเช่น คณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์กายภาพนั้น ถือว่าเป็นองค์ความรู้ประเภทที่มีโครงสร้างตายตัว ไม่สลับซับซ้อน (Well - Structured Knowledge Domains) เพราะตรรกะและความเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอนของธรรมชาติขององค์ความรู้ ในขณะที่องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น จิตวิทยาถือว่าเป็นองค์ความรู้ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างตายตัวและสลับซับซ้อน (Ill - Structured Knowledge Domains) เพราะความไม่แน่นอนเป็นผลของธรรมชาติขององค์ความรู้ (West and Others, 1991) อย่างไรก็ตาม การแบ่งลักษณะโครงสร้างขององค์ความรู้ตามประเภทสาขาวิชา ไม่สามารถหมายรวมไปทั้งองค์ความรู้ในวิชาหนึ่งๆ ได้ทั้งหมด บางส่วนขององค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชาที่มีโครงสร้างตายตัวก็สามารถที่จะเป็นองค์ความรู้ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างตายตัวได้เช่นกัน แนวคิดในเรื่องความยืดหยุ่นทางปัญญานี้ส่งผลให้เกิด ความคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อตอบสนองต่อโครงสร้างขององค์ความรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งได้แก่ แนวคิดในเรื่องการออกแบบบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia) นั่นเอง

บทสรุปเพื่อนำไปใช้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องยึดแนวคิดหรือทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเพียงอย่างเดียว ในทางตรงกันข้ามผู้ออกแบบควรที่จะผสมผสานแนวคิดหรือทฤษฎีต่างๆ ให้เหมาะสมตามลักษณะเนื้อหาและโครงสร้างขององค์ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ยกตัวอย่าง เช่น ในการออกแบบโครงสร้างหรือลำดับของการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทหนึ่ง ๆ นั้น ผู้ออกแบบสามารถที่จะประยุกต์ การออกแบบในลักษณะเชิงเส้นตรงในส่วนของเนื้อหาความรู้ ซึ่งเป็นลักษณะขององค์ความรู้ที่ต้องการลำดับการ

เรียนรู้ที่ตายตัวหรือองค์ความรู้บางประเภทที่มีโครงสร้างตายตัวไม่สลับซับซ้อนในขณะเดียวกัน ก็สามารถที่จะประยุกต์การออกแบบในลักษณะของสาขาหรือสื่อหลายมิติได้ ในเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นลักษณะขององค์ความรู้ประเภทที่มีโครงสร้างไม่ตายตัว และมีความสัมพันธ์ภายในที่สลับซับซ้อน เป็นต้น

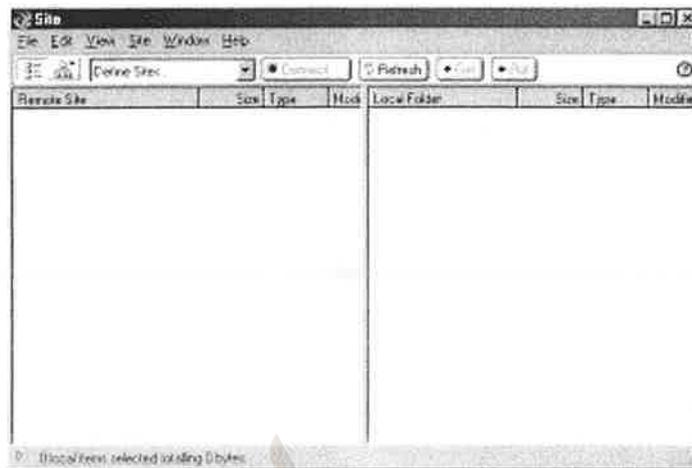
## ตอนที่ 4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์

### 4.1 Macromedia Dreamweaver

โปรแกรม Macromedia Dreamweaver เป็นโปรแกรมสร้างเอกสารเว็บที่ทำงานในลักษณะ HTML Generator , XML คือ โปรแกรมจะสร้างรหัสคำสั่ง HTML และ CSS ให้อัตโนมัติ โดยผู้ใช้งานไม่ต้องศึกษาภาษา HTML หรือป้อนรหัสคำสั่ง HTML มีลักษณะการทำงานคล้ายๆ กับการพิมพ์เอกสารด้วย Word Processor อาศัยปุ่มเครื่องมือ (Toolbars) หรือแถบคำสั่ง (Menu Bar) ควบคุมการทำงาน ช่วยให้ง่ายต่อการใช้งาน สะดวก และรวดเร็ว

จุดเด่นของโปรแกรม ได้แก่

- ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องศึกษาภาษา HTML มาก่อน ก็สามารถสร้างเอกสารเว็บได้ เพราะตัวโปรแกรมมีฟังก์ชันการทำงานแบบ HTML Generator
- ปุ่มควบคุมการทำงาน ได้จัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ ช่วยให้การสั่งงานกระทำได้สะดวก และรวดเร็ว
- สามารถใช้งานภาษาไทยได้ดี
- สร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation)
- คุณสมบัติ Animate Netscape และ CSS-P Layers ทำให้ได้ภาพเคลื่อนไหวบนเบราว์เซอร์ 4.0 โดยไม่ต้องอาศัย Plug in ใดๆ
- ความสามารถในการสร้างตาราง โดยการอิมพอร์ตจาก Text File
- สนับสนุน CSS (Cascading Style Sheet)
- ความสามารถในการตรวจสอบเบราว์เซอร์
- ความสามารถในการปรับปรุง ดูแลรักษา ไซต์ เช่น การตรวจสอบลิงก์, สร้างรายงาน แสดงผลการทดสอบการทำงาน มีฟังก์ชันในการ โอนถ่ายข้อมูล (FTP) ขึ้นเครื่องแม่ข่าย (Server)



รูปที่ 2.1 แสดง Site Window

- ความสามารถในการทำ Image Roller หรือรูปภาพที่สามารถเปลี่ยนแปลงเมื่อนำเมาส์มาผ่าน (Mouse Over/Mouse Out)

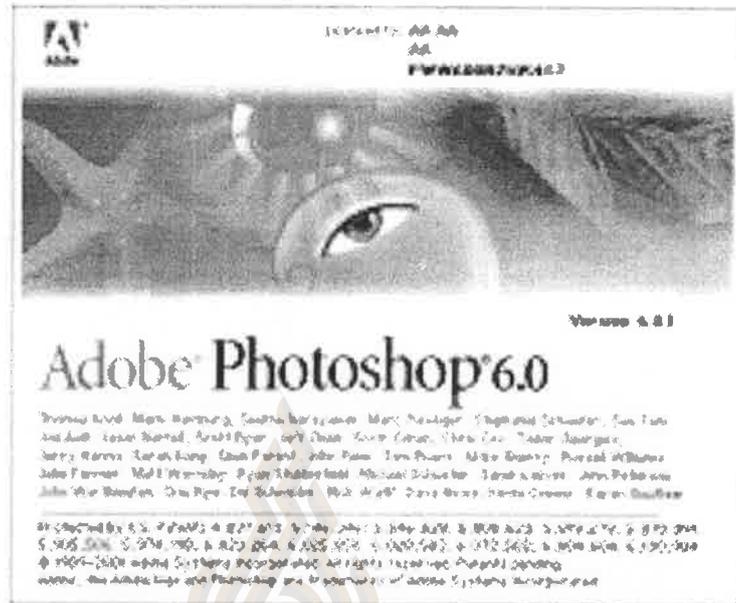


รูปที่ 2.2 แสดง Insert Rollover Image

- กรณีที่ต้องการควบคุมคำสั่ง HTML มีฟังก์ชันให้ป้อน หรือแก้ไขรหัสคำสั่ง HTML ด้วย HTML Inspector รวมทั้งสามารถกำหนดโปรแกรมแก้ไขเอกสารเว็บอื่นๆ ได้ เช่น Home Site (for Windows) และ BBEdit (for MAC) ไปด้วยกัน



## 4.2 Photoshop



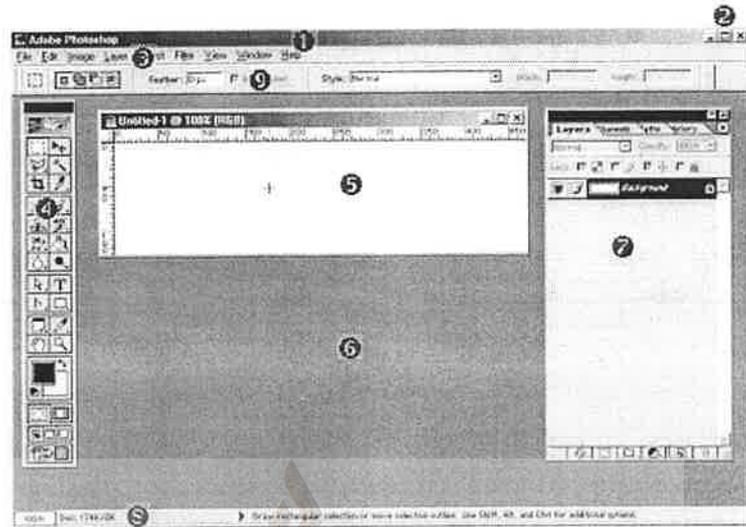
รูปที่ 2.5 แสดงหน้าแรกเข้าสู่โปรแกรม Photoshop

องค์ประกอบสำคัญในการทำเว็บให้ดูน่าสนใจ คือรูปภาพที่นำมาตกแต่ง ซึ่งผู้พัฒนาหลายๆ คนนำภาพสำเร็จมาใช้งาน หรือนำภาพจากเว็บอื่นๆ ที่ดูสวยงามมาใช้ และก็มีไม่น้อยที่สร้างภาพเอง โดยอาศัยโปรแกรมกราฟิก เช่น PhotoShop เป็นต้น

โปรแกรม PhotoShop นับว่าเป็นโปรแกรมกราฟิกที่นิยมใช้ในการปรับแต่งภาพ หรือสร้างภาพ เพื่อนำมาใช้งานในเว็บ เนื่องจากมีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลาย มีฟิลเตอร์เพื่อปรับแต่งภาพจากค่าต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการปรับแต่งภาพตามต้องการ เดิมทีนิยมใช้ PhotoShop เพื่องานสิ่งพิมพ์ (Desktop Publishing) แต่ปัจจุบัน Web Design มีบทบาทในงานธุรกิจและงานการศึกษาสูงมาก จึงนำ PhotoShop มาใช้ในงานนี้ด้วย

### ลักษณะหน้าต่างโปรแกรม

เมื่อเรียกใช้งานโปรแกรม Adobe PhotoShop (ตัวอย่างที่แนะนำคือ Adobe PhotoShop 6.0) จะปรากฏหน้าต่างการทำงาน ดังนี้



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบของหน้าจอ

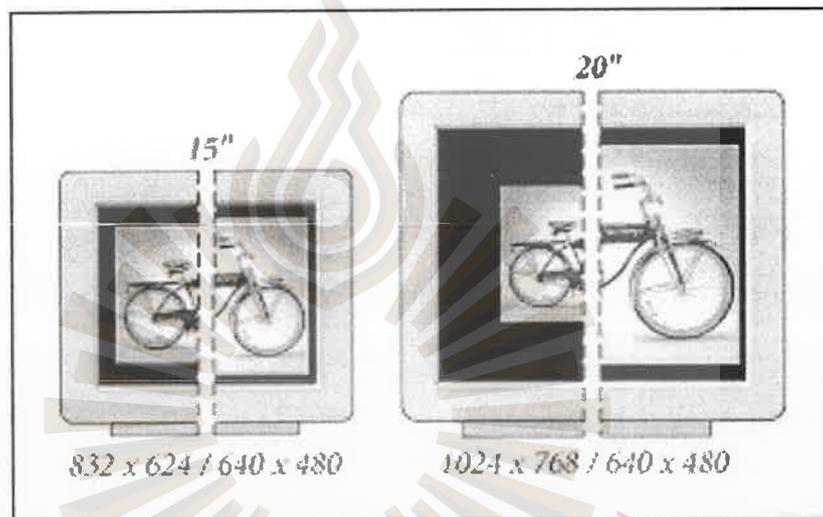
1. Title Bar แสดงชื่อ โปรแกรม และ/หรือ ชื่อไฟล์ ตลอดจนค่าเกี่ยวกับโหมดภาพ
2. Control Button ปุ่มควบคุมหน้าต่าง ประกอบด้วยปุ่ม Minimize, Maximize/Restore, Close Button
3. Menu Bar แถบคำสั่งควบคุมการทำงาน
4. Toolbox แถบเครื่องมือ
5. Work area Window หน้าต่างสร้างงาน
6. Screen Area หน้าต่างโปรแกรม
7. Palettes ชุดคำสั่งเฉพาะงาน
8. Status Bar แสดงสถานะการทำงาน
9. Option Bar แสดงชุดคำสั่งย่อยของเครื่องมือที่เลือกใช้งาน

### สรุปประเด็นสำคัญของภาพกราฟิกสำหรับงานเว็บ

การทำภาพกราฟิกเพื่อใช้ในงานเว็บ มีหลักการเฉพาะแตกต่างไปจากงานสื่อสิ่งพิมพ์ ทั้งเรื่องความละเอียดของภาพ (Resolution) ที่ใช้เพียง 72 dpi หรือจำนวนสีที่ใช้แสดงผล เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาดังลักษณะเฉพาะในการใช้ PhotoShop สร้างกราฟิกในงานเว็บจึงเป็นศาสตร์ที่น่าสนใจอีกศาสตร์หนึ่ง

## ประเด็นสำคัญของภาพกราฟิกสำหรับงานเว็บ

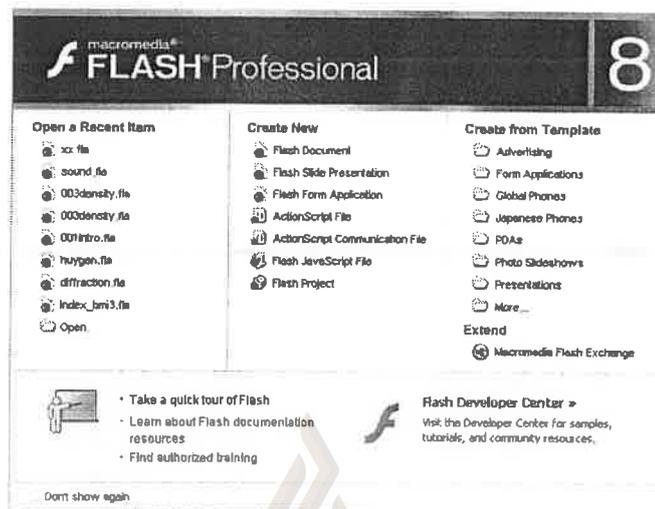
- ใช้ความละเอียดของภาพ (Resolution) 72 dpi
- ใช้โหมด RGB ในการสร้างงาน
- ต้องคำนึงถึง Screen Area ของจอภาพ ดังนี้
  - 640 x 480 pixel
  - 800 x 600 pixel
  - 1024 x 768 pixel



รูปที่ 2.7 แสดงความละเอียดของหน้าจอ

- เก็บไฟล์ต้นฉบับไว้เสมอ (.psd เมื่อใช้ PhotoShop)
  - เลือกประเภทไฟล์ใช้งานให้เหมาะสม
  - ภาพที่มีสีน้อย, ต้องการความคมชัดต่ำ บันทึกเป็น .gif
  - ภาพที่ต้องการความคมชัดสูงๆ แสดงสีมากๆ บันทึกเป็น .jpg
- กำหนดลักษณะพิเศษของภาพให้เหมาะสม เช่น การใช้ความสามารถ Interlaced, Progressive, Transparent
- ภาพที่มีขนาดใหญ่ๆ มาก ควรใช้เทคนิคการตัดภาพเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำมาประกอบด้วยคำสั่ง HTML

### 4.3 Macromedia Flash Professional 8



รูปที่ 2.8 แสดงหน้าแรกเพื่อเข้าสู่โปรแกรม Flash

Macromedia Flash เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการสร้างสื่อมัลติมีเดีย ผลงานที่พัฒนาด้วย Flash มีทั้งสื่อภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สื่อมัลติมีเดีย ตลอดจนสื่อที่มีระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multimedia) ซึ่งเป็นสื่อที่มีขนาดเล็ก โหลดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้รวดเร็ว มีความคมชัดสูงแม้ว่าจะถูกขยายขนาด ทั้งนี้สามารถนำเสนอได้ทั้งบนเว็บ หรือผ่านโปรแกรม Flash Player หรือสร้างเป็น exe file เพื่อเรียกใช้งานได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถแปลงไฟล์ไปอยู่ในรูปแบบอื่นได้ด้วย เช่น Animation Gif, AVI, QuickTime

#### ส่วนประกอบของหน้าต่างโปรแกรม

Flash มีหน้าต่างการทำงานลักษณะเดียวกับโปรแกรมอื่นๆ ที่ทำงานบน Windows ดังนี้

- **Title Bar** แสดงปุ่มควบคุมหลัก (Control Menu), ชื่อ โปรแกรม และปุ่มควบคุมหน้าต่างโปรแกรม



รูปที่ 2.9 แสดงแถบชื่อ

- **Toolbox** แสดงปุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการวาดภาพ สร้างภาพ



รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในโปรแกรม

- **Menu Bar** แสดงรายการคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม

File Edit View Insert Modify Text Commands Control Window Help

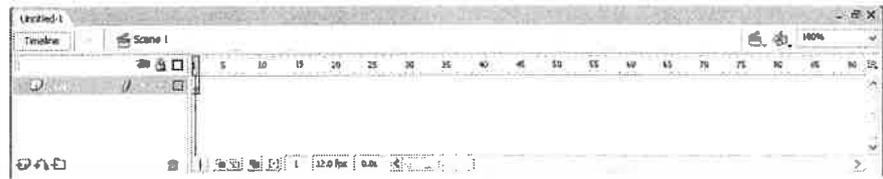
รูปที่ 2.11 แสดงแถบเมนู

- **Toolbar** แสดงปุ่มเครื่องมือการทำงานมาตรฐานของโปรแกรม เช่น ปุ่มเปิดงานใหม่, เปิดไฟล์เอกสาร, จัดเก็บไฟล์ที่ต้องใช้บ่อย ๆ เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้



รูปที่ 2.12 แสดงแถบคำสั่งโปรแกรม

- **Timeline** หน้าต่างแสดงเส้นควบคุมเวลาสำหรับการนำเสนอผลงาน ประกอบด้วย ส่วนทำงานเกี่ยวกับ Layer และ Timeline



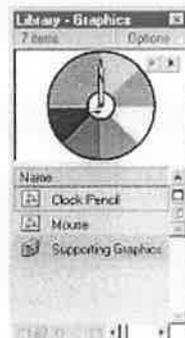
รูปที่ 2.13 แสดงหน้าต่างสร้างภาพเคลื่อนไหว

- **Panel** หน้าต่างควบคุมฟังก์ชันงาน ซึ่งมีหลายฟังก์ชัน (หลายหน้าต่าง)



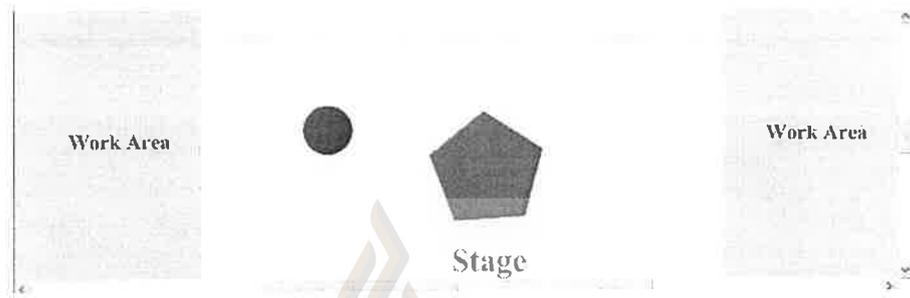
รูปที่ 2.14 แสดงกรอบหน้าต่างย่อย

- **Library** หน้าต่างควบคุมเกี่ยวกับชุดวัตถุของโปรแกรม ได้แก่ Symbols, Buttons, Movies



รูปที่ 2.15 แสดงที่เก็บรวบรวมไฟล์ต่าง ๆ

- **Work Area** พื้นที่ทำงาน ประกอบด้วยพื้นที่ว่างสำหรับวางวัตถุแบบชั่วคราว และพื้นที่ของเวที (Stage)
- **Stage** พื้นที่ส่วนที่ใช้ในการวางวัตถุต่างๆ หรืออาจจะเรียกว่า "เวที" เมื่อมีการนำเสนอผลงานจะแสดงเฉพาะวัตถุบน Stage เท่านั้น



รูปที่ 2.16 แสดงพื้นที่แสดง และพื้นที่ทำงาน

#### 4.4 JavaScript

JavaScript เป็นภาษายุคใหม่สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เราสามารถเขียนโปรแกรม JavaScript เพิ่มเข้าไปในเว็บเพจเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับงานด้านต่าง ๆ ทั้งการคำนวณ การแสดงผล การรับ-ส่งข้อมูล และที่สำคัญคือ สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีทันใด นอกจากนี้ยังมีความสามารถด้านอื่น ๆ อีกหลายประการที่ช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับเว็บเพจของเราได้อย่างมาก ภาษาจาวาสคริปต์ถูกพัฒนาโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้

#### ลักษณะการทำงานของ JavaScript

JavaScript เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กต์โอเรียนเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนเอกสารด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ทำงานร่วมกับภาษา HTML และภาษาจาวาได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

- Navigator JavaScript เป็น Client-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง JavaScript ที่ถูกแปลทางฝั่งไคลเอนต์ (หมายถึงฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องพีซี เครื่องแมคอินทอช หรือ อื่น ๆ) จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไปเป็นส่วนใหญ่
- LiveWire JavaScript เป็น Server-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง JavaScript ที่ถูกแปลทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (หมายถึงฝั่งเครื่อง คอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ โดยอาจจะเป็นเครื่องของซันซิติคอมกราฟิกส์ หรือ อื่น ๆ) สามารถใช้ได้เฉพาะกับ LiveWire ของเน็ตสเคปโดยตรง

### JavaScript กับ HTML

การเขียน JavaScript เราอาจเขียนรวมอยู่ในไฟล์เดียวกันกับ HTML ได้ ซึ่งแตกต่างจากการเขียนโปรแกรมภาษา Java ที่ต้อง เขียนแยกออกเป็นไฟล์ต่างหาก ไม่สามารถเขียนรวมอยู่ในไฟล์เดียวกับ HTML ได้ วิธีการเขียน JavaScript เพื่อสั่งให้เว็บเพจทำงาน มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ดังนี้

- เขียนด้วยชุดคำสั่งและฟังก์ชันของ JavaScript เอง
- เขียนตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามการใช้งานจากชุดคำสั่งของ HTML เมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมบราวเซอร์ จะอ่านข้อมูลจากส่วนบนของเพจ HTML และทำงานไปตามลำดับจาก บนลงล่าง (top-down) โดยเริ่มที่ส่วน < HEAD >...< /HEAD > ก่อนจากนั้นจึงทำงานในส่วน < BODY >...< /BODY > เป็นลำดับต่อมา การทำงานของ JavaScript คู่มือแตกต่างไปจาก HTML เท่าใดนัก แต่ HTML จะวางเลย์เอาต์โครงสร้างของอ็อบเจกต์ภายใน และส่วนเชื่อมโยงกับเว็บเพจเท่านั้น ในขณะที่ JavaScript สามารถเพิ่มเติมส่วนของการเขียนโปรแกรมและล่อจิกเข้าไป

```
< FORM NAME ="statform" >
< INPUT type="text" name="username" size = 20 >
< INPUT type="text" name="userage" size = 3 >
< /FORM >
```

สมาชิก (ในที่นี้คือ INPUT 2 ชุด) ในแบบฟอร์ม Statform ทำหน้าที่สะท้อนไปยังอ็อบเจกต์ document.statform.username และ document.statform.userage จากการอ้างอิงโดย JavaScript ทำให้เราสามารถนำอ็อบเจกต์นี้มาใช้งาน ได้ทันทีที่แบบฟอร์มนี้ถูกกำหนดขึ้นมา อย่างไรก็ตามเราไม่

สามารถใช้ชื่อป้จ้ก้ค้้ก่อนที่แบบฟอร์ม Statform จะถูกกำหนดขึ้นมาได้ ตัวอย่างต่อไปนี้ี้จะแสดงถึง ค่าต่าง ๆ ของชื่อป้จ้ก้ค้้ในสคริปต์ที่อ้างอิงถึงแบบฟอร์มตัวอย่าง

< SCRIPT >

```
document.write(document.statform.username.value)
```

```
document.write(document.statform.userage.value)
```

< /SCRIPT >

ถ้าเราเขียนสคริปต์ไว้ก่อนคำสั่งกำหนดแบบฟอร์ม เราจะพบความผิดพลาดจากการเรียกใช้ชื่อป้จ้ก้ค้้ที่ไม่ได้มีอยู่จริงใน โปรแกรม Navigator

### ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเสริฐ เสิศษยันดี (2543) ได้ศึกษาและวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 เรื่องการแยกแรงแรงและการหาแรงลัพธ์ พบว่า

1. ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80(81.12/80.67)
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์2 เรื่องการแยกแรงแรงและการหาแรงลัพธ์ ของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

สุภักสิริ อ้นแพ (2544) ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “โครงสร้างของดอก” ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน T-test และ Z-test พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คิดเป็นร้อยละ 95.27

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “โครงสร้างของดอก” มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90.10 สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนและศึกษาด้วยตนเองได้

อภาลักษณ์ พรรคสายชล (2546) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาบทเรียนช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 1 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษาขณะกายภาพบำบัดชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน และนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบ t-test แบบอิสระ พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 83.33/87.67
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนด้วยเอกสารประกอบการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )
3. เจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2548) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาสื่อการสอน CAI วิชาฟิสิกส์1 หัวข้อ จลนศาสตร์และหัวข้อสมดุลและยึดหยุ่นผ่านระบบอินเตอร์เน็ต พบว่า

1. ประสิทธิภาพของสื่อการสอน CAI วิชาฟิสิกส์1 หัวข้อ จลนศาสตร์ เท่ากับ 77/77 ประสิทธิผล 0.66 หัวข้อสมดุลและยึดหยุ่น เท่ากับ เท่ากับ 77/77 ประสิทธิผล 0.67 เท่ากับ เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยมีค่าเบี่ยงเบนได้  $\pm 5\%$

2. คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหัวข้อจลนศาสตร์ คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหัวข้อสมมูลและยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความพึงพอใจในการใช้สื่อการสอน CAI วิชาฟิสิกส์1 ใน 3 หัวข้อ คือ รูปแบบของสื่อการนำเสนอเนื้อหา และการเรียนรู้โดยใช้สื่อ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด และไม่พบว่า เพศ คณะ รหัสชั้นปีการศึกษามีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. การประเมินสื่อการสอน CAI วิชาฟิสิกส์ 1 มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.21- 4.04 คะแนนอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง .48-93 อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY 223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 117 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2549)

กลุ่มตัวอย่างทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 40 คน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง(กลุ่มที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) จำนวน 20 คน กับ กลุ่มควบคุม(กลุ่มที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้) จำนวน 20 คน และเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 52 คน เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสงนี้

#### เครื่องมือในการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง
2. ข้อสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 วิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY 223) เฉพาะหัวข้อคลื่น เสียง แสง
3. แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง

## ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. สร้างชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง มีขั้นตอนดังนี้
  - 1.1 ศึกษาและรวบรวมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องคลื่น เสียงและแสง จากเอกสารคำสอนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 และ ฟิสิกส์ 2 (PHY133 และ PHY 223 ) เรียบเรียงโดย ผศ.ปริยา อนุพงษ์ธองอาจ โดยมีหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้ คือ คลื่น เสียง แสง และแบบทดสอบ
  - 1.2 กำหนดขอบเขตและรูปแบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ โดยได้กำหนดรูปแบบการนำเสนอเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือแสดงผ่านเว็บ ทำให้สามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา
  - 1.3 กำหนดรูปแบบของแบบฝึกหัด โดยได้เลือกแบบฝึกหัดทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ เนื่องจากแบบทดสอบแบบนี้ นักศึกษาสามารถทราบผลคะแนนการทำข้อสอบได้ด้วยตัวเองหลังจากที่ทำแบบทดสอบเสร็จ
  - 1.4 ออกแบบโครงสร้างของสื่ออิเล็กทรอนิกส์โดยจัดทำแผนผังการทำงาน และ Story board เป็นการร่างโครงสร้างของการจัดทำสื่อทั้งหมด กำหนดการเชื่อมโยงแต่ละหน้าเข้าด้วยกัน
  - 1.5 ดำเนินการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามที่ได้ออกแบบ โดยเลือกโปรแกรมที่มีความสามารถในการจัดทำตามเนื้อหาใน Story board ที่ได้วางโครงสร้างไว้ โดยงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Dream Weaver , Photoshop , Macromedia Flash Professional 8 , Java Script
  - 1.6 จัดทำคู่มือการใช้ระบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

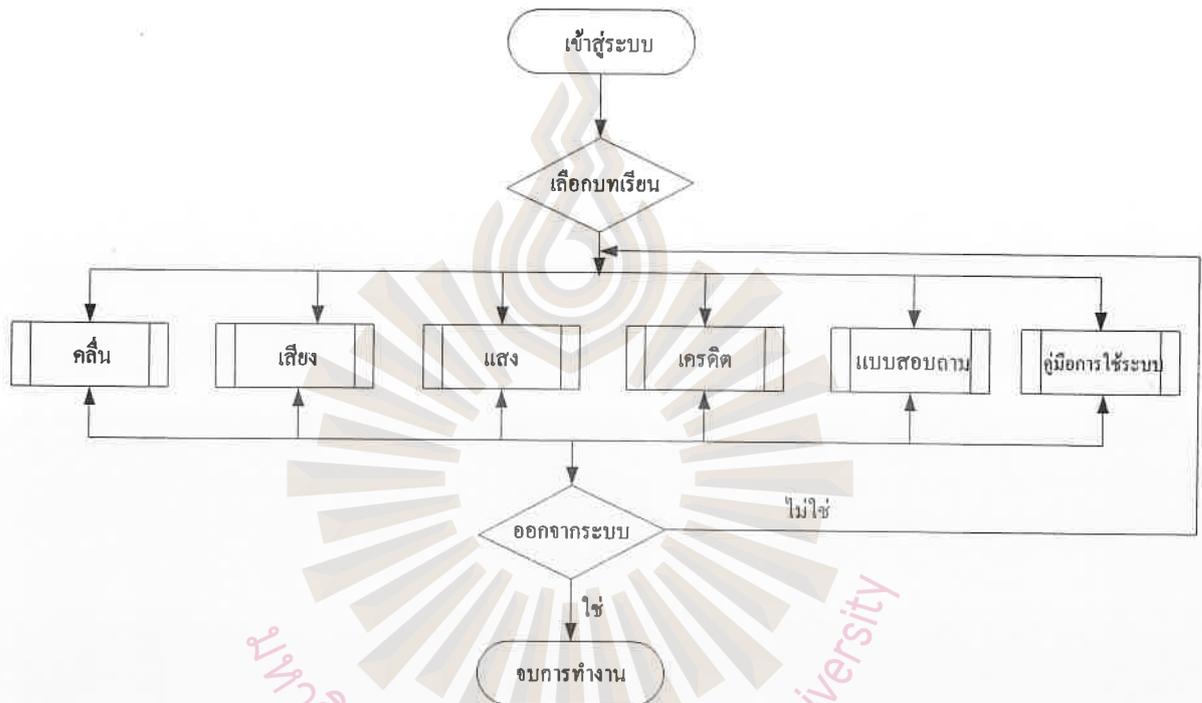
ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้มีการจัดเตรียมเนื้อหาและจัดทำ Script & Storyboard โดยได้เขียนแผนผังโครงสร้างรวมของระบบครบ คลุมเนื้อหาในเรื่องคลื่น เสียง และแสง ดังนี้

- คลื่น
- เสียง
- แสง
- เกร็ดคิด

- แบบสอบถาม
- คู่มือการใช้ระบบ

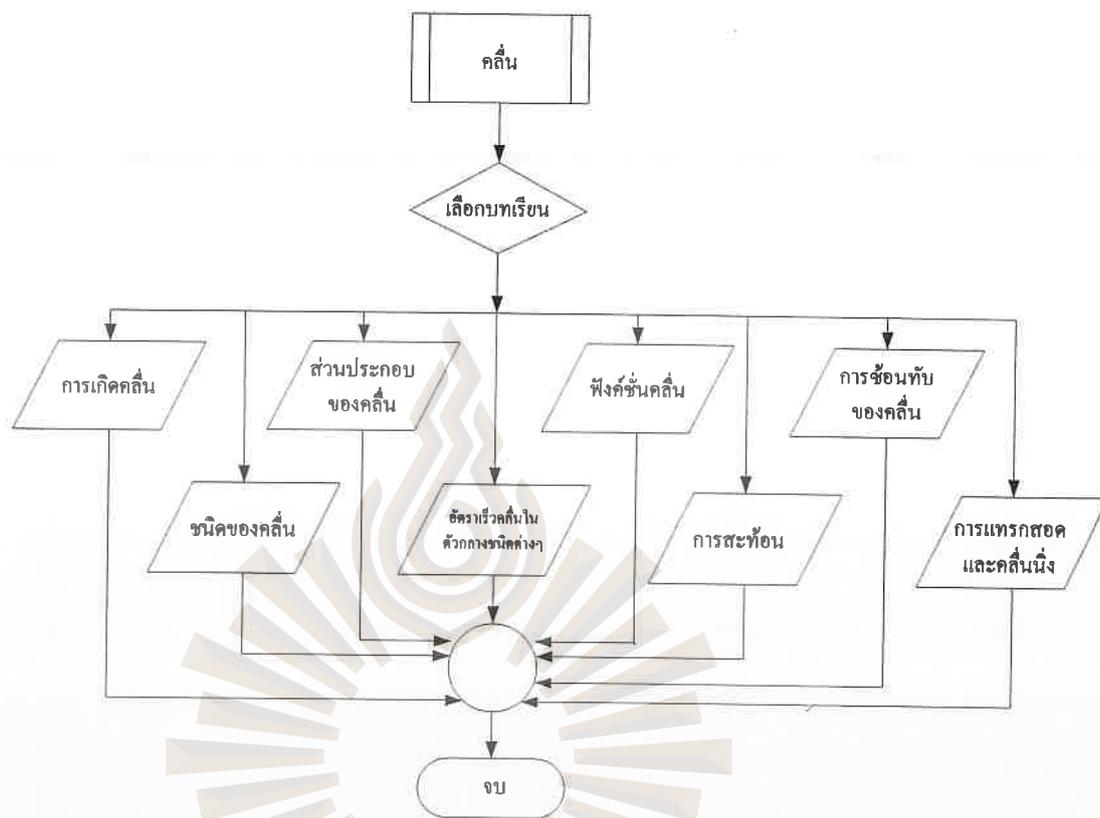
โดยเขียนแผนผังการทำงาน ได้ดังรูป

- แผนผังโครงสร้างรวมของระบบ (System Flow)



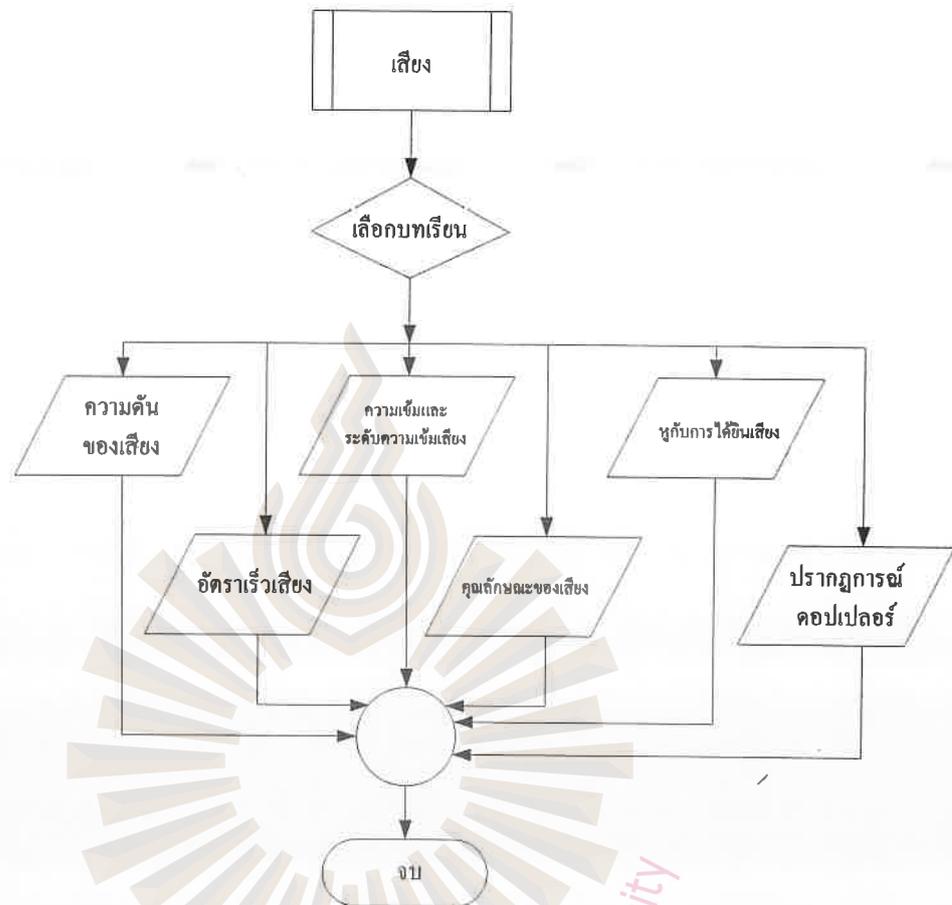
รูปที่ 3.1 แผนผังโครงสร้างรวมของระบบ

- แผนผังโครงสร้างของบทเรียนเรื่อง คลื่น



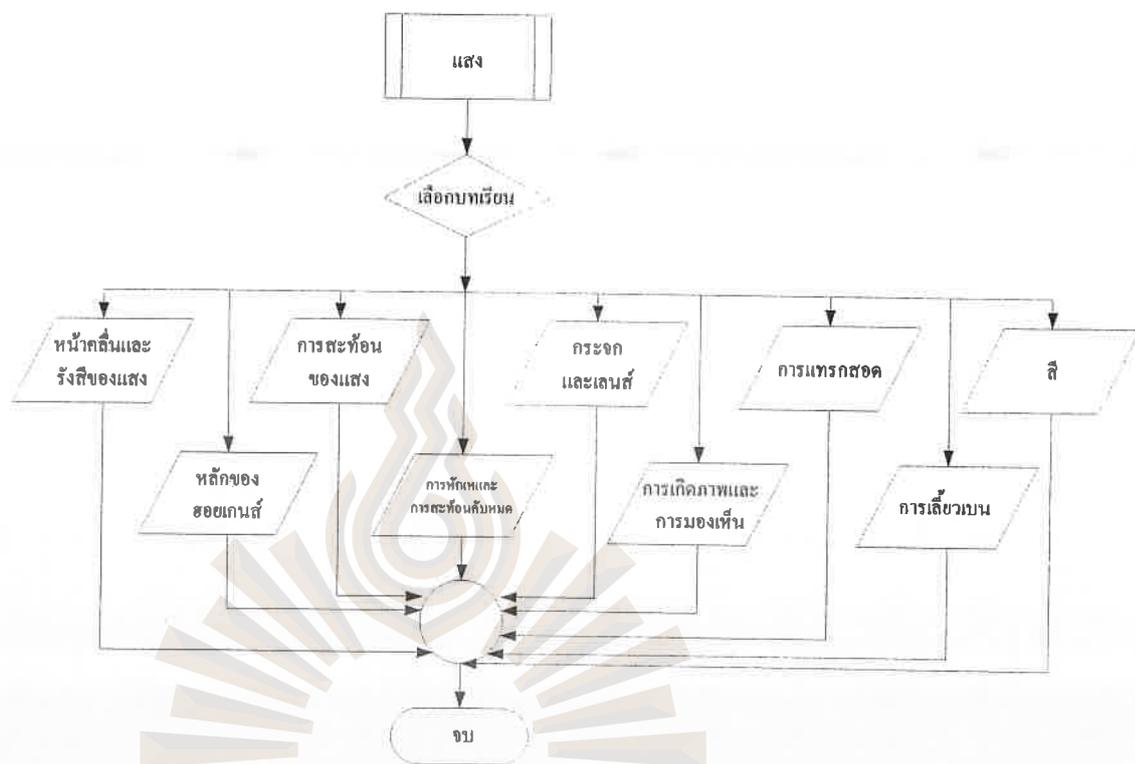
รูปที่ 3.2 แผนผังโครงสร้างของบทเรียนเรื่อง คลื่น

- แผนผังโครงสร้างของบทเรียนเรื่อง เสียง



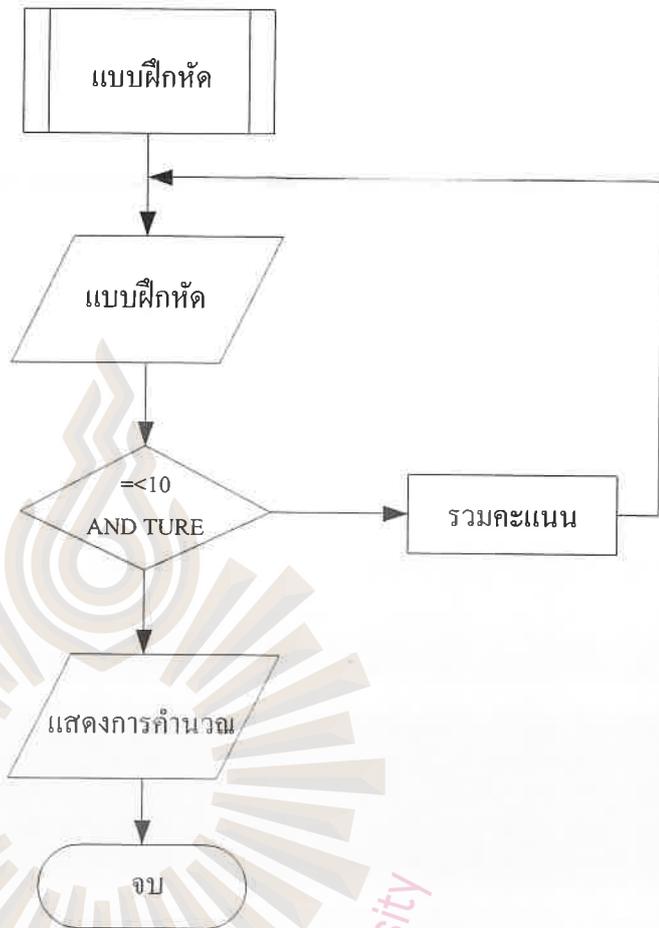
รูปที่ 3.3 แผนผังโครงสร้างของบทเรียนเรื่อง เสียง

- แผนผังโครงสร้างของบทเรียนเรื่อง แสง



รูปที่ 3.4 แผนผังโครงสร้างของบทเรียนเรื่อง แสง

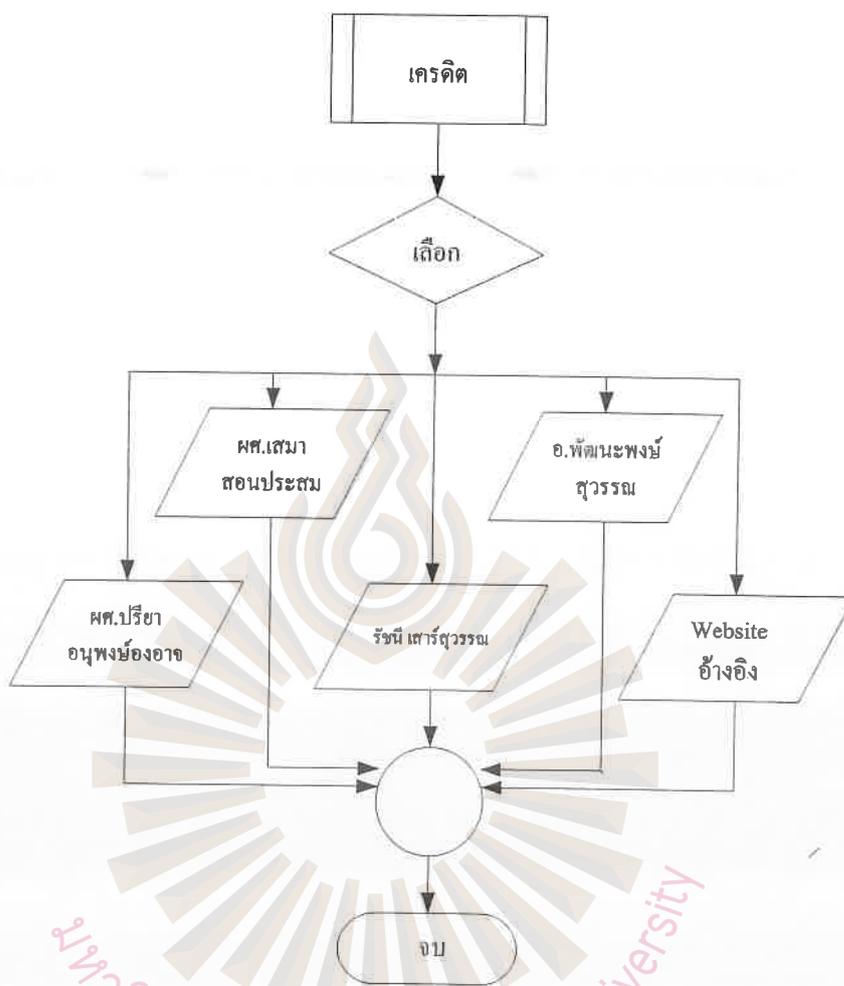
• แผนผังโครงสร้างของแบบทดสอบ



มหาวิทยาลัยราชภัฏ รังสิต Rangsit University

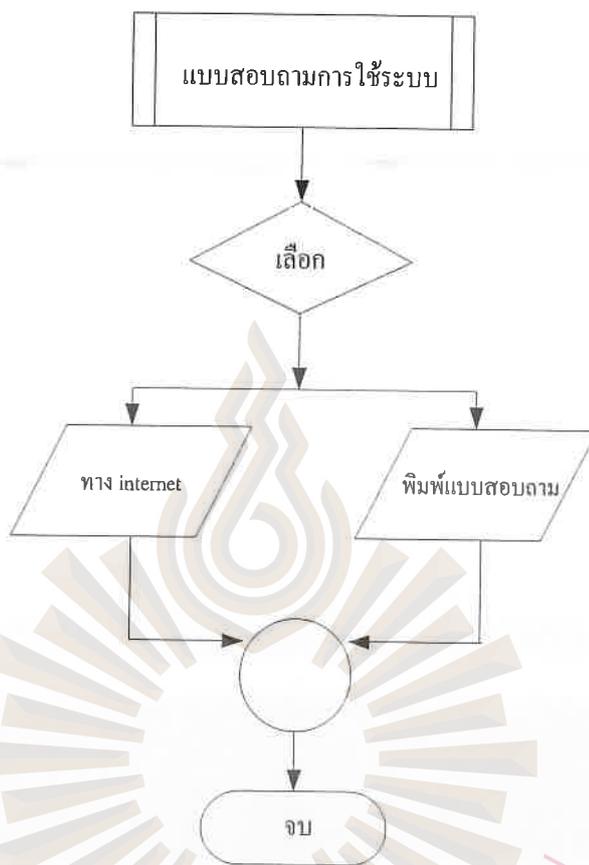
รูปที่ 3.5 แผนผังโครงสร้างของแบบทดสอบ

- แผนผังโครงสร้างของเครดิต



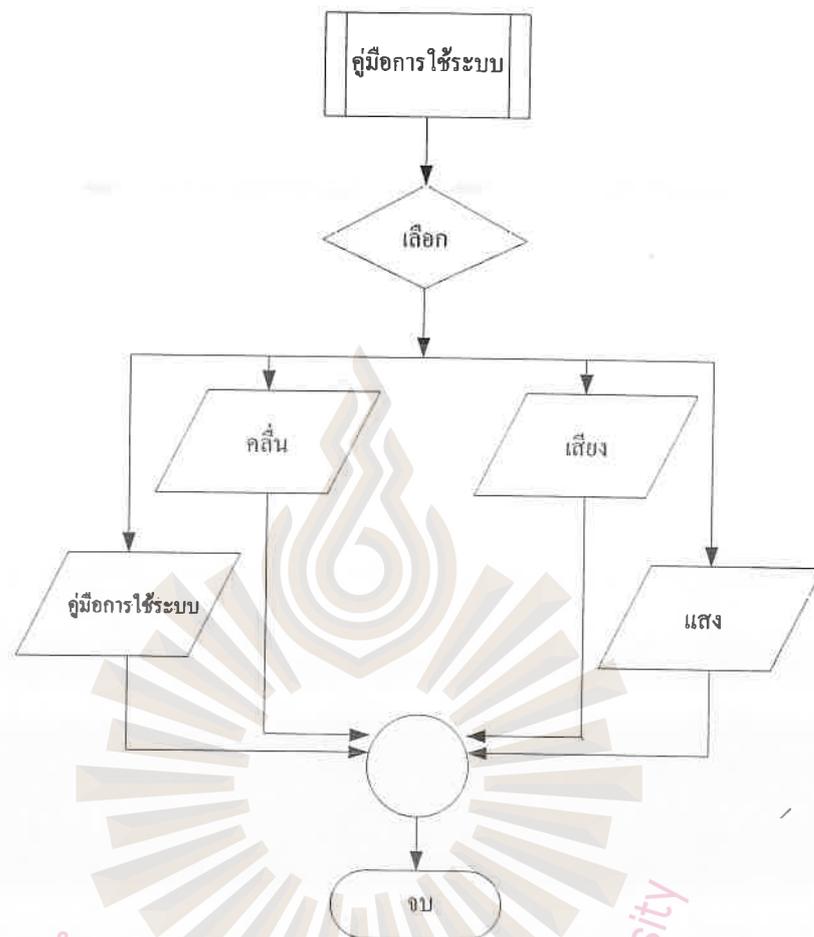
รูปที่ 3.6 แผนผังโครงสร้างของเครดิต

- แผนผังโครงสร้างของแบบสอบถามการใช้ระบบ



รูปที่ 3.7 แผนผังโครงสร้างของแบบสอบถามการใช้ระบบ

- แผนผังโครงสร้างของกลุ่มการใช้ระบบ



รูปที่ 3.8 แผนผังโครงสร้างของกลุ่มการใช้ระบบ

2. ข้อสอบปลายภาค ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 วิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY 223) เฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และแสง
3. แบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง

### ลักษณะเครื่องมือในการวิจัย

1. ข้อสอบปลายภาค ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 วิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY 223) เฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และแสง เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ
2. แบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง โดยสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และสอบถามรายการที่ประเมินความคิดเห็นมี 3 ด้าน คือ
  - การออกแบบ
  - เนื้อหา
  - ความพึงพอใจ
 ซึ่งสามารถเขียนเป็นหัวข้อได้ 10 หัวข้อ โดยมีรายละเอียด ดังนี้
  1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน
  2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว
  3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน
  4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม
  5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม
  6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้
  7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง
  8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา
  9. ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน
  10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้

โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษา ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม น้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม น้อยที่สุด

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมี ดังนี้

- เก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำงานวิจัยให้ประชากรรับทราบ
2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY 223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 40 คน โดยนำระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ของนักศึกษาจำนวน 40 คน มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วแบ่งนักศึกษออกเป็น 6 ระดับ ตามความสามารถทางการเรียน ดังตารางภาคผนวกที่ 1
3. แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน โดย

กลุ่มทดลอง แทนนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง จะมีค่าระดับผลการเรียนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 2.47 ความแปรปรวน ( $s_1^2$ ) = 0.23

กลุ่มควบคุม แทนนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง จะมีค่าระดับผลการเรียนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 2.46 ความแปรปรวน ( $s_2^2$ ) = 0.20

ให้นักศึกษากลุ่มทดลอง(กลุ่มที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง) ไปศึกษาชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ในเว็บไซด์

[http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web\\_research/index.html](http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web_research/index.html)

4. ดำเนินการเก็บรวบรวมคะแนนสอบปลายภาคเฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และ แสง มาวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม
- เก็บข้อมูลเพื่อสอบถามนักศึกษามีความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชา ฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้
    1. ชี้แจงวัตถุประสงค์สำหรับแบบสอบถามความคิดเห็นให้ประชากรรับทราบ
    2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 52 คน เพื่อศึกษาชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง โดยศึกษาจากเว็บไซต์ [http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web\\_research/index.html](http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web_research/index.html) และให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนนี้
    3. นำข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชา ฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และ แสง มาวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

เมื่อรวบรวมข้อมูลจากคะแนนสอบและแบบสอบถามมาได้แล้ว ผู้วิจัยนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 12.0 มาวิเคราะห์ผล ดังนี้

1. คะแนนสอบปลายภาคเฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และ แสง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย T-Test
2. ข้อมูลสถานะภาพทั่วไปเกี่ยวกับของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง วิเคราะห์โดยใช้หาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ลักษณะแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์อันดับความคิดเห็นโดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)

4. ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ลักษณะแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD.) และสรุปตามเกณฑ์การให้คะแนน



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวนทั้งสิ้น 92 คน โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง(กลุ่มนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับกลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้)
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่ใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง ที่จัดทำเสร็จแล้วมาใช้กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา PHY223 (PHY223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และเมื่อรวบรวมข้อมูลจากคะแนนสอบและแบบสอบถามมาได้แล้ว ผู้วิจัยนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 12.0 มาวิเคราะห์ผลดังนี้

1. คะแนนสอบปลายภาคเฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และ แสง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) และทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ของคะแนนในแต่ละกลุ่ม โดยสถิติที่ใช้คือ T-Test
2. ข้อมูลสถานะภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง ใช้หาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ลักษณะแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating

Scale) วิเคราะห์ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นโดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)

4. ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ลักษณะแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปแบบตารางโดยละเอียด ดังนี้



ตารางที่ 1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและนัยสำคัญทางสถิติของกลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียง และแสง) กับ กลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้)

หัวข้อ	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน(คน)	คะแนนเฉลี่ย (คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
คลื่น	กลุ่มทดลอง	20	7.30	2.975
	กลุ่มควบคุม	20	4.50	2.893
เสียง	กลุ่มทดลอง	20	6.45	3.605
	กลุ่มควบคุม	20	2.80	2.949
แสง	กลุ่มทดลอง	20	5.79	2.625
	กลุ่มควบคุม	20	2.00	2.439
คะแนนรวม	กลุ่มทดลอง	20	19.54	6.508
	กลุ่มควบคุม	20	9.25	6.514

จากตารางที่ 1 เมื่อนำผลคะแนนการสอบปลายภาค เรื่อง คลื่น เสียงและแสงของทั้งสองกลุ่มมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม พบว่า

เรื่องคลื่น กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.975 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.893

เรื่อง เสียง กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.605 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.949

เรื่อง แสง กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.79 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.625 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.439

คะแนนรวมในหัวข้อ คลื่น เสียงและแสง กลุ่มทดลองได้คะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 19.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.508 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 9.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.514

แสดงว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนในหัวข้อเรื่อง คลื่น เสียง แสง รวมถึงคะแนนรวมทั้ง 3 หัวข้อ มากกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการเปรียบเทียบของกลุ่มทดลอง  
 สำคัญทางสถิติของกลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชา  
 ฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับ กลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้)

หัวข้อ	กลุ่มตัวอย่าง	*Sig.(2-Tailed)
คลื่น	กลุ่มทดลอง	0.005
	กลุ่มควบคุม	
เสียง	กลุ่มทดลอง	0.001
	กลุ่มควบคุม	
แสง	กลุ่มทดลอง	0.000
	กลุ่มควบคุม	
คะแนนรวม	กลุ่มทดลอง	0.000
	กลุ่มควบคุม	

\*Sig.(2-Tailed) ของการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง ค่าที่น้อยที่สุดของระดับนัยสำคัญ ที่  
 จะทำให้ยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากตารางที่ 2 เมื่อนำคะแนนของกลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่อ  
 อิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับ กลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียน  
 เสริมด้วยสื่อนี้) มาทดสอบสมมติฐานแบบสองหาง (Two-Tailed Test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์  
 ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม พบว่า เรื่องคลื่น มีค่า Sig.(2-Tailed) = 0.005 เรื่องเสียง มีค่า Sig.(2-  
 Tailed) = 0.001 เรื่องแสง มีค่า Sig.(2-Tailed) = 0.000 และคะแนนรวมของทั้ง 3 มีค่า Sig.(2-  
 Tailed) = 0.000 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง กับ กลุ่มควบคุมในหัวข้อเรื่อง  
 คลื่น เสียง แสง รวมถึงคะแนนรวมของทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีทางสถิติที่ระดับ  
 0.05 ( $p \leq .05$ )

ตารางที่ 3 แสดงค่าจำนวน(คน) และร้อยละของสถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง จำแนกตาม เพศ เกรดเฉลี่ย และสถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต

สถานะภาพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	45	86.5
หญิง	7	13.5
รวม	52	100.0
เกรดเฉลี่ย		
<2.00	4	7.7
2.00-2.49	26	50.0
2.50-2.99	12	23.1
3.00-3.49	7	13.5
3.50-4.00	2	3.8
ไม่ตอบแบบสอบถามในข้อนี้	1	1.9
รวม	52	100.0
สถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต		
ที่บ้าน,ที่พัก	37	71.2
ที่มหาวิทยาลัย	13	25.0
ไม่ตอบแบบสอบถามในข้อนี้	2	3.8
รวม	52	100.0

จากตารางที่ 3 พบว่า

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์คิดเป็นเพศชาย 45 คน คิดเป็นร้อยละ 86.5 และเป็นเพศหญิง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 13.5

กลุ่มตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ย ต่ำกว่า 2.00 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.00-2.49 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50-2.99 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.00-3.49 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 13.5 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50-4.00 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 และไม่ตอบแบบสอบถามในข้อนี้ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9

สถานที่ใช้อินเทอร์เน็ตของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ที่บ้านหรือที่พัก จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 71.2 ใช้ที่มหาวิทยาลัย จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 และไม่ตอบแบบสอบถามในข้อนี้ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงสถานที่ใช้อินเทอร์เน็ตในการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ กลุ่มตัวอย่างสามารถศึกษาสื่อนี้ได้ในทุกสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน ที่พัก หรือแม้แต่ที่มหาวิทยาลัย แสดงว่านักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียน ได้ตลอดเวลาแม้ว่าอยู่นอกห้องเรียน



ตารางที่ 4 แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง

ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษา	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน	ปานกลาง 14 มาก 34 มากที่สุด 4	26.9 65.4 7.7
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว	ปานกลาง 11 มาก 29 มากที่สุด 12	21.2 55.8 23.1
3. รูปแบบขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและ ชัดเจน	น้อย 2 ปานกลาง 15 มาก 22 มากที่สุด 13	3.8 28.8 42.3 25.0
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและ สวยงาม	ปานกลาง 17 มาก 24 มากที่สุด 11	32.7 46.2 21.2
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและ กระตุ้นให้เกิดการติดตาม	ปานกลาง 12 มาก 30 มากที่สุด 9	23.1 57.7 17.3

ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษา	จำนวน(คน)	ร้อยละ	
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้	ปานกลาง	5	9.6
	มาก	33	59.6
	มากที่สุด	11	30.8
7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง	ปานกลาง	8	15.4
	มาก	33	63.5
	มากที่สุด	11	21.2
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา	ปานกลาง	5	9.6
	มาก	35	67.3
	มากที่สุด	12	23.1
9. ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน	ปานกลาง	10	19.2
	มาก	26	50.0
	มากที่สุด	16	30.8
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้	ปานกลาง	6	11.5
	มาก	31	59.6
	มากที่สุด	14	26.9

จากตารางที่ 4 แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง พบว่า

1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 65.4 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 65.4 และมากที่สุด จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 55.8 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 และปานกลาง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2
3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 42.3 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 28.8 มากที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 และน้อยที่สุด จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 46.2 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 32.7 และมากที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 57.7 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 และมากที่สุด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 17.3
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 59.6 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 30.8 และปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.6
7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 63.5 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 15.4
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 67.3 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 และปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.6
9. ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 30.8 และปานกลาง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 19.2
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้ นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 59.6 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 26.9 และปานกลาง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 11.5

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง

ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษา	$\bar{x}$	S.D.	ค่าระดับการประเมิน	อันดับที่
1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน	3.81	.561	มาก	10
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว	4.02	.671	มาก	6
3. รูปแบบขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน	3.88	.832	มาก	9
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม	3.88	.732	มาก	8
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม	3.94	.645	มาก	7
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้	4.21	.605	มาก	1
7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง	4.06	.608	มาก	5
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา	4.13	.561	มาก	3
9. ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน	4.12	.704	มาก	4
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้	4.16	.612	มาก	2
<b>ค่าระดับรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.02</b>	<b>.653</b>	มาก	

โดยเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษา ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มากที่สุด  
 คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก  
 คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม ปานกลาง  
 คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม น้อย  
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม น้อยที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า

1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน ได้ค่า  $\bar{x} = 3.81$  S.D. = .561 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว ได้ค่า  $\bar{x} = 4.02$  S.D. = .671 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน ได้ค่า  $\bar{x} = 3.88$  S.D. = .832 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม ได้ค่า  $\bar{x} = 3.88$  S.D. = .732 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม ได้ค่า  $\bar{x} = 3.94$  S.D. = .645 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ได้ค่า  $\bar{x} = 4.21$  S.D. = .605 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง ได้ค่า  $\bar{x} = 4.06$  S.D. = .608 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ได้ค่า  $\bar{x} = 4.13$  S.D. = .561 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
9. ชุดการเรียนรู้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน ได้ค่า  $\bar{x} = 4.12$  S.D. = .704 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนรู้ ได้ค่า  $\bar{x} = 4.16$  S.D. = .612 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก

นอกจากนี้ เมื่อดำเนินหาค่าระดับเฉลี่ยรวม พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.02 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย เท่ากับ .653 แสดงว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

- จากตารางที่ 5 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) มาเรียงอันดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดพบว่า
- อันดับที่ 1 คือ เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้
  - อันดับที่ 2 คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้
  - อันดับที่ 3 คือ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา
  - อันดับที่ 4 คือ ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน
  - อันดับที่ 5 คือ การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง
  - อันดับที่ 6 คือ การเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว
  - อันดับที่ 7 คือ เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม
  - อันดับที่ 8 คือ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม
  - อันดับที่ 9 คือ รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน
  - อันดับที่ 10 คือ การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง ครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสงในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนบทเรียน และทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ รวมถึงศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY 223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 117 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2549)

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY 223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 40 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจงในการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง(กลุ่มที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับ กลุ่มควบคุม(กลุ่มที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้) และนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิตที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY 223) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 52 คน เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสงนี้

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่

1. ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง
2. ข้อสอบปลายภาค ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 วิชา ฟิสิกส์ 2 (PHY 223) เฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และแสง เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ
3. แบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง โดยสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และสอบถามรายการที่ประเมินความคิดเห็น 10 ข้อ มีระดับความเหมาะสมในการวัด 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**จากตารางที่ 1** เมื่อนำผลคะแนนการสอบปลายภาค เรื่อง คลื่น เสียงและแสงของทั้งสองกลุ่มมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม พบว่าเรื่อง คลื่น กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.975 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.893 เรื่อง เสียง กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.605 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.949 เรื่อง แสง กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.79 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.625 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.439 คะแนนรวมในหัวข้อ คลื่น เสียงและแสง กลุ่มทดลองได้คะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 19.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.508 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 9.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.514 แสดงว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนในหัวข้อเรื่อง คลื่น เสียง แสง รวมถึงคะแนนรวมทั้ง 3 หัวข้อ มากกว่ากลุ่มควบคุม

**จากตารางที่ 2** เมื่อนำคะแนนของกลุ่มทดลอง(นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง) กับ กลุ่มควบคุม(นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้) มาทดสอบสมมติฐานแบบสองหาง (Two-Tailed Test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม พบว่า เรื่องคลื่น มีค่า Sig.(2-Tailed) = 0.005 เรื่องเสียง มีค่า Sig.(2-Tailed) = 0.001 เรื่องแสง มีค่า Sig.(2-Tailed) = 0.000 และคะแนนรวมของทั้ง 3 มีค่า Sig.(2-Tailed) = 0.000 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง กับ กลุ่มควบคุมในหัวข้อเรื่อง คลื่น เสียง แสง รวมถึงคะแนนรวมของทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $p \leq .05$ )

**จากตารางที่ 3** แสดงค่าจำนวน(คน) และร้อยละของสถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง แสง จำแนกตาม เพศ เกรดเฉลี่ย และสถานที่ใช้อินเตอร์เน็ต พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์คิดเป็นเพศชาย 45 คน คิดเป็นร้อยละ 86.5 และเป็นเพศหญิง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 13.5

กลุ่มตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ย ต่ำกว่า 2.00 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.00-2.49 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50-2.99 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.00-3.49 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 13.5 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50-4.00 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 และไม่ตอบแบบสอบถามในข้อนี้ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9

สถานที่ใช้อินเตอร์เน็ตของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ที่บ้านหรือที่พัก จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 71.2 ใช้ที่มหาวิทยาลัย จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 และไม่ตอบแบบสอบถามในข้อนี้ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงสถานที่ใช้อินเตอร์เน็ตในการใช้อีเล็กทรอนิกส์นี้ กลุ่มตัวอย่างสามารถศึกษาเรื่องนี้ได้ในทุกสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน ที่พัก หรือแม้แต่ที่มหาวิทยาลัย แสดงว่านักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลาแม้ว่าอยู่นอกห้องเรียน

จากตารางที่ 4 แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง พบว่า

1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 65.4 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 65.4 และมากที่สุด จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 55.8 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 และปานกลาง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2
3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 42.3 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 28.8 มากที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 และน้อยที่สุด จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 46.2 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 32.7 และมากที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 57.7 รองลงมาคือ ปานกลาง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 และมากที่สุด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 17.3

6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 59.6 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 30.8 และปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.6
7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 63.5 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 15.4
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 67.3 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 23.1 และปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.6
9. ชุดการเรียนรู้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 30.8 และปานกลาง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 19.2
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า มาก จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 59.6 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 26.9 และปานกลาง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 11.5

จากตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียง และแสงพบว่า

1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน ได้ค่า  $\bar{x} = 3.81$  S.D. = .561 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว ได้ค่า  $\bar{x} = 4.02$  S.D. = .671 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน ได้ค่า  $\bar{x} = 3.88$  S.D. = .832 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม ได้ค่า  $\bar{x} = 3.88$  S.D. = .732 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม ได้ค่า  $\bar{x} = 3.94$  S.D. = .645 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ได้ค่า  $\bar{x} = 4.21$  S.D. = .605 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก

7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง ได้ค่า  $\bar{x} = 4.06$  S.D. = .608 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ได้ค่า  $\bar{x} = 4.13$  S.D. = .561 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
9. ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน ได้ค่า  $\bar{x} = 4.12$  S.D. = .704 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้ ได้ค่า  $\bar{x} = 4.16$  S.D. = .612 แสดงว่า ระดับความเหมาะสม มาก

นอกจากนี้ เมื่อนำค่าเฉลี่ยระดับรวมเฉลี่ย พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.02 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย เท่ากับ .653 แสดงว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนนี้อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

จากตารางที่ 5 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) มาเรียงอันดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดพบว่า อันดับที่ 1 คือ เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้อันดับที่ 2 คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้ อันดับที่ 3 คือ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา อันดับที่ 4 คือ ชุดการเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน อันดับที่ 5 คือ การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง อันดับที่ 6 คือ การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว อันดับที่ 7 คือ เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม อันดับที่ 8 คือ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม อันดับที่ 9 คือ รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน อันดับที่ 10 คือ การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน

จากคะแนนเฉลี่ยเมื่อนำมาจัดอันดับทำให้พบว่า สื่อการเรียนชุดนี้ นักศึกษามีความคิดเห็นในด้านเนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้อันดับที่สูงสุดรองลงมาคือ นักศึกษาได้รับประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้ และแบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ในส่วนของภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว รูปแบบ ขนาดและสีของตัวอักษร และการออกแบบหน้าจอ จะต้องมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

## สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. กลุ่มทดลองได้คะแนนในหัวข้อเรื่อง คลื่น เสียง แสง รวมถึงคะแนนรวมทั้ง 3 หัวข้อมากกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ และพบว่ามีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
2. นักศึกษาศึกษาชุดการเรียนรู้นี้ โดยใช้ที่บ้านหรือที่พัก คิดเป็นร้อยละ 71.2 ใช้ที่มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 25.0 แสดงว่าชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ชุดนี้สามารถใช้ เป็นสื่อประเภททบทวนบทเรียนผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ตลอดเวลาแม้ว่าอยู่นอกห้องเรียน
3. ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง โดยมีค่าระดับรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.02 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย เท่ากับ .653 แสดงว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก
4. นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้นี้ ในข้อที่ได้รับความ่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก คือในด้านเนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน โดยมีค่า  $\bar{x} = 4.21$  S.D. = .605 รองลงมาคือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนรู้นี้ ได้ค่า  $\bar{x} = 4.16$  S.D. = .612 และ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ได้ค่า  $\bar{x} = 4.13$  S.D. = .561 ส่วนข้อที่ได้รับความ่าเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับสุดท้าย คือ การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงามง่ายต่อการใช้งาน โดยมีค่า  $\bar{x} = 3.81$  S.D. = .561 รองลงมาคือ รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน ได้ค่า  $\bar{x} = 3.88$  S.D. = .832 และ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม ได้ค่า  $\bar{x} = 3.88$  S.D. = .732

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยนำมาอภิปราย ได้ดังนี้

1. นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นั้นมากกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ โดยพบว่า มีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่า ชุดการเรียนรู้เหมาะสำหรับเป็นสื่อการเรียนรู้ในการเสริมการเรียนรู้เพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียนให้กับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งอาจมาจากชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสงนี้ มีภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับคลื่น เสียง แสง นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างการคำนวณในทุกหัวข้อและมีแบบฝึกหัดพร้อมเฉลยซึ่งนักศึกษาสามารถเข้ามาทบทวนได้ตลอดเวลา และหลายครั้งจนกว่าจะเข้าใจ จึงเป็นผลทำให้นักศึกษาเข้าใจมากยิ่งขึ้น
2. นักศึกษามีความคิดเห็นต่อระดับความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อสื่อชุดนี้ เนื่องจากมีบทเรียนที่มีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ มีตัวอย่างเสริมความรู้ มีภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว อีกทั้งแบบฝึกหัดทบทวน ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
3. ในด้านการออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน , รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน และ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม จะต้องปรับปรุงให้ดีขึ้น เนื่องจากได้คะแนนเฉลี่ยระดับความเหมาะสมในส่วนนี้น้อยกว่าข้ออื่น ๆ

## ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์
  - 1.1 ชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสงนี้ สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ 2 (PHY223) และ รายวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 (PHY133) ในหัวข้อคลื่น เสียง แสง ได้
  - 1.2 เพื่อให้ชุดการเรียนรู้นี้มีประโยชน์ต่อนักศึกษามากที่สุด อาจารย์ผู้สอนควรมอบหมายหรือแนะนำให้นักศึกษาศึกษาหาความรู้และทบทวนบทเรียนด้วยตนเองจากชุดการเรียนรู้

- 1.3 สถานศึกษาควรจัดเตรียมคอมพิวเตอร์ให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา และควรมีระบบที่สามารถรองรับการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป
  - 2.1 ควรหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดการเรียน โดยการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบนักศึกษา ซึ่งจะดีกว่าการสอบวัดคะแนนสัมฤทธิ์ผลจากคะแนนสอบปลายภาค เนื่องจากข้อสอบปรนัย เหมาะเป็นข้อสอบอัตนัย ซึ่งการให้คะแนนในการตอบของนักศึกษาจะมีผลต่อคะแนนประสิทธิผลของนักศึกษา
  - 2.2 ควรเพิ่มตัวอย่างในแต่ละหัวข้อให้มากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการทำโจทย์แบบฝึกหัดให้กับนักศึกษา
  - 2.3 ควรพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 ในทุกหัวข้อ เพื่อให้นักศึกษาสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา แม้ว่าไม่ได้เข้าเรียนในชั่วโมงนั้น

## บรรณานุกรม

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ . รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการสอน CAI วิชาฟิสิกส์1 หัวข้อจลนศาสตร์และหัวข้อสมมูลและยืดหยุ่นผ่านระบบอินเทอร์เน็ต, ศูนย์สนับสนุนการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต 2548.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ . E-learning : ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ในอนาคต . สืบค้นวันที่

4 มิถุนายน 2550 จาก <http://www.eschool.su.ac.th/admin/articleadm.php?no=2&code=y>

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ . ความหมาย E-Learning ,ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2550 จาก

[http://vod.msu.ac.th/0503409/2\\_7\\_1.htm](http://vod.msu.ac.th/0503409/2_7_1.htm)

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนคำถามเลือกตอบ. กรุงเทพฯ : กิ่งจันทร์การพิมพ์ : ม.ป.ป.

ณอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาจรัสแสง .คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.พิมพ์ครั้งที่ 2 สิงหาคม

2541,322 หน้า

นิภา เมธาวีชัย. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูธนบุรี, 2533.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ:

อักษรเจริญทัศน์, 2526.

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2544). E-learning : การเรียนรู้ในสังคมแห่งการเรียนรู้.วารสาร

ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ , ฉบับที่ 1 (มกราคม) , 7-15.

ประเสริฐ เสิศษันดี . รายงานการวิจัยเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในการสอน

วิชาวิทยาศาสตร์ 2 เรื่องการแยกแรงแรงและการหาแรงลัพธ์ , วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก

มหานคร กรุงเทพมหานคร : กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2543.

วาโร เฟิงส์สวัสดิ์. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา . สืบค้นวันที่ 9 มิถุนายน 2550

จาก <http://www.geocities.com/nincoo/mainb3.4.htm>

สมตระกูล เพชรคง . ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาที่นำมาใช้ในการออกแบบCAI : สืบค้นวันที่

6 มิถุนายน 2550 จาก <http://gotoknow.org/blog/somtragoon-g2/26816>

สุภัทศิรี อ้นแพ . รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “โครงสร้างของดอก” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคงทองวิทยา สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2550 จาก <http://www.inspect12.moe.go.th/insite/Vijai.htm>

หน่วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ . สืบค้นวันที่ 4 มิถุนายน 2550 จาก <http://cemt.swu.ac.th/ele.htm>

อาภาลักษณ์ พรรคสายชล . รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 1 , สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต, 2546.

NECTEC's Web Based Learning . E-learning : สืบค้นวันที่ 6 มิถุนายน 2550 จาก <http://www.nectec.or.th/courseware/cai/0018.html>

LearnSquare::Thai Opensource e-Learning แหล่งเรียนรู้แบบยกกำลังสองบนโลกยุคไอที. ข้อดี/ข้อเสีย-ข้อเสียของการเรียนรู้ออนไลน์ : สืบค้นวันที่ 8 มิถุนายน 2550 จาก [http://www.learnsquare.com/index.php?mod=Courses&op=lesson\\_show&cid=32&sid=&lid=210](http://www.learnsquare.com/index.php?mod=Courses&op=lesson_show&cid=32&sid=&lid=210)

NECTEC's Web Based Learning . Macromedia Flash5 : สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2550 จาก <http://www.nectec.or.th/courseware/graphics/flash/0001.html>

NECTEC's Web Based Learning . Javascript : สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2550 จาก <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/javascript/0001.html>

NECTEC's Web Based Learning . Macromedia Dreamweaver : สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2550 จาก <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/dreamweaver/index.html>

NECTEC's Web Based Learning . Photoshop : สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2550 จาก <http://www.nectec.or.th/courseware/graphics/photoshop/0002.html>



## ภาคผนวก ก .

## คู่มือการใช้ระบบ

## ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง

## วัตถุประสงค์ในการจัดทำ

เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในหัวข้อเรื่องคลื่น เสียงและแสง ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนบทเรียน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ตลอดเวลา

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบบทเรียนช่วยสอนประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในหัวข้อเรื่องคลื่น เสียงและแสงในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนบทเรียน
2. ได้สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจประกอบการเรียนการสอนที่ง่ายต่อความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียน
3. ได้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยและกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจในการเรียนเนื่องจากมีการนำเสนอทั้งเนื้อหา รูปภาพรวมถึงภาพเคลื่อนไหว
4. ได้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้แม้ว่าอยู่นอกห้องเรียน

คู่มือการใช้ระบบชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ส่วน ดังนี้คือ

1. ความต้องการของระบบ
2. ขั้นตอนการเรียกใช้ระบบ
3. ปุ่มควบคุมการทำงานของหน้าจอ
4. เนื้อหาและการทำงานของระบบ

## 1. ความต้องการของระบบ

ข้อกำหนดทั่วไปของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบ ต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานดังนี้

- 1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ CPU Pentium II ขึ้นไป หน่วยความจำ 128 MB ขึ้นไป
- 1.2 จอแสดงผล 14 นิ้วขึ้นไป และการ์ดจอภาพแบบ SVGA (1024 x 768 , 256 สี ขึ้นไป)
- 1.3 CD-ROM DRIVE ความเร็วตั้งแต่ 40X ขึ้นไป
- 1.4 เป็นพิมพ์ภาษาอังกฤษ และเมาส์
- 1.5 โปรแกรม Explorer 5.0 ขึ้นไป โปรแกรม Macromedia Dream weaver , Photoshop , Macromedia Flash , Java Script , Acrobat reader 7.0, Shock wave player
- 1.6 ระบบปฏิบัติการ Window XP ขึ้นไป

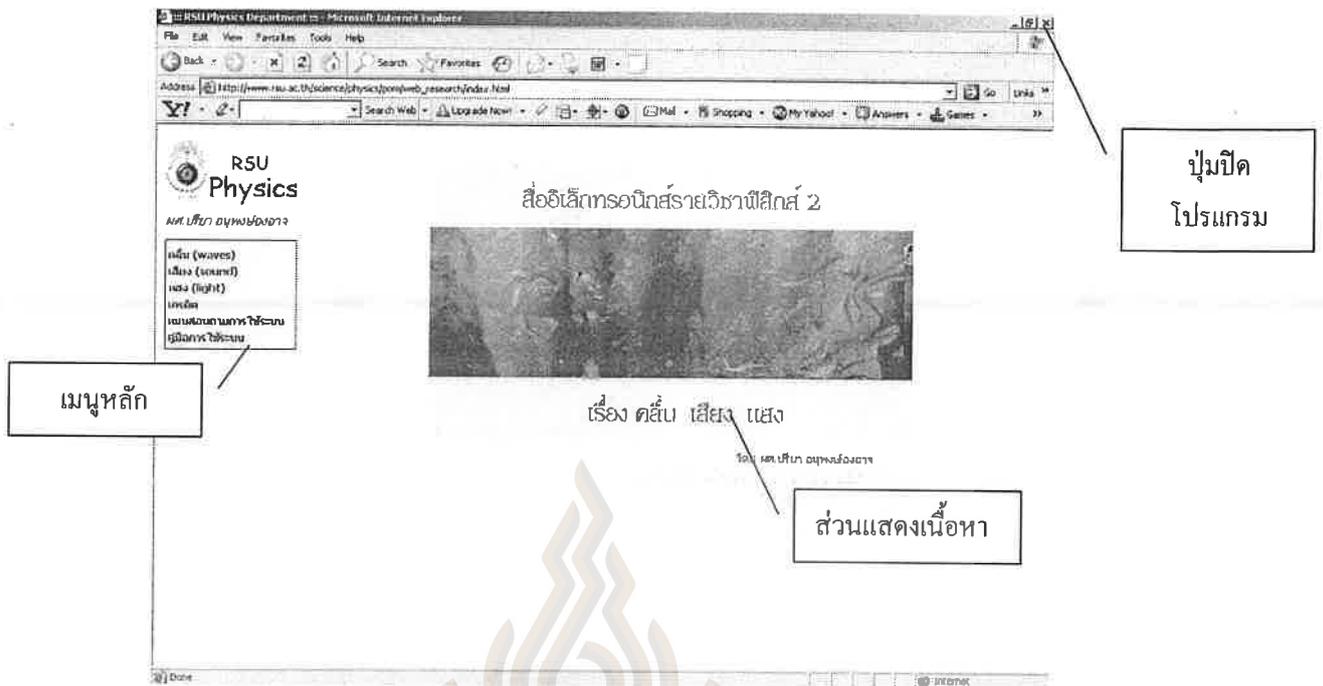
## 2. ขั้นตอนการเรียกใช้ระบบ สามารถใช้งานได้ 2 วิธี

- 2.1 ศึกษาจาก Windows Explorer และเข้าไปที่

[http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web\\_research/index.html](http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web_research/index.html)

- 2.2 ศึกษาจากแผ่น CD

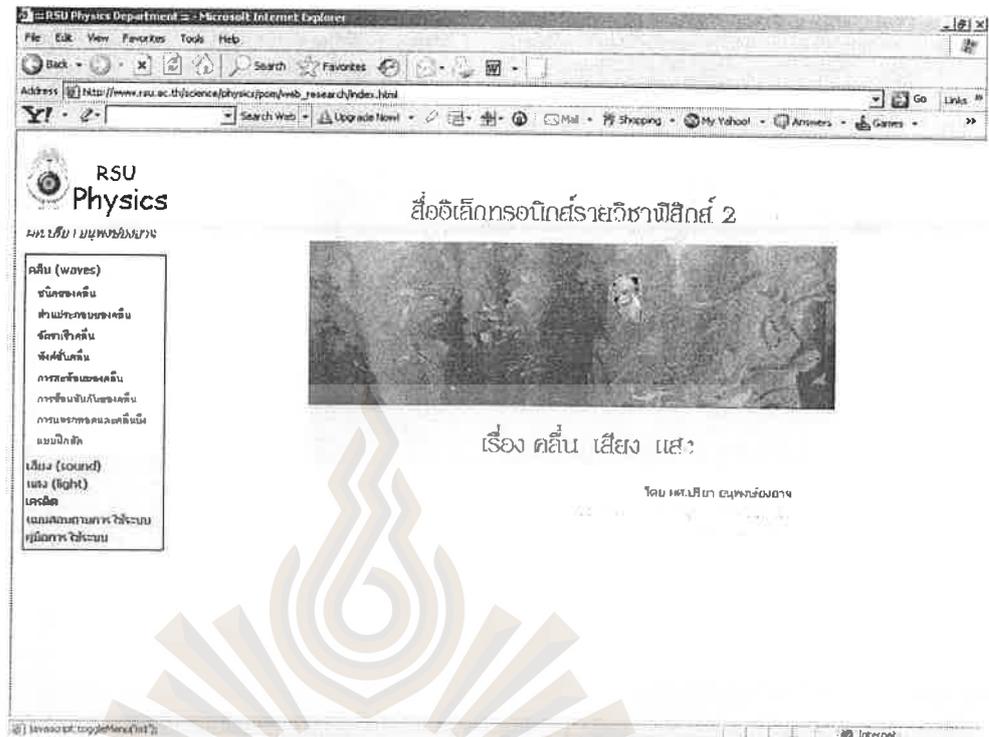
- ก. ใส่แผ่น CD-ROM ลงใน CD-ROM DRIVE
- ข. คลิกที่ไดรฟ์ของ CD-ROM จะพบ file ชื่อ Index.html
- ค. ดับเบิลคลิกที่ Index.html นี้ จะเข้าสู่หน้าจอเมนูหลักของชุดสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องคลื่น เสียงและแสง ดังรูป



หน้าจอหลักประกอบด้วย

- หน้าจอทางด้านซ้ายแสดงเมนูหลัก ของโปรแกรม โดยมีหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้
  - คลื่น (waves)
  - เสียง (sound)
  - แสง (light)
  - เกร็ดคิด
  - แบบทดสอบการใช้ระบบ
  - คู่มือการใช้ระบบ
- หน้าจอทางด้านขวาจะเป็นส่วนแสดงเนื้อหาของแต่ละหัวข้อ ซึ่งหน้าจอจะเปลี่ยนแปลงตามหัวข้อเมนูทางด้านซ้ายที่เลือก

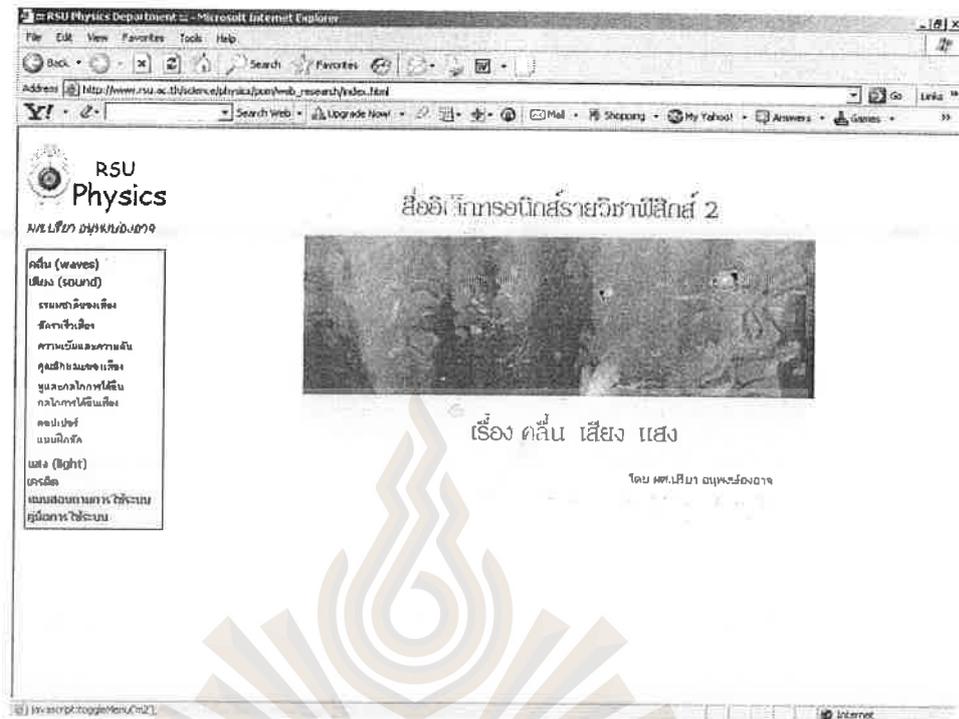
เมื่อคลิกที่เมนูหัวข้อเรื่อง คลื่น จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



ในหัวข้อเรื่อง คลื่น ประกอบด้วย

- ชนิดของคลื่น
- ส่วนประกอบของคลื่น
- อัตราเร็วคลื่น
- ฟังก์ชันคลื่น
- การสะท้อนของคลื่น
- การซ้อนทับกันของคลื่น
- การแทรกสอดและคลื่นนิ่ง
- แบบฝึกหัด

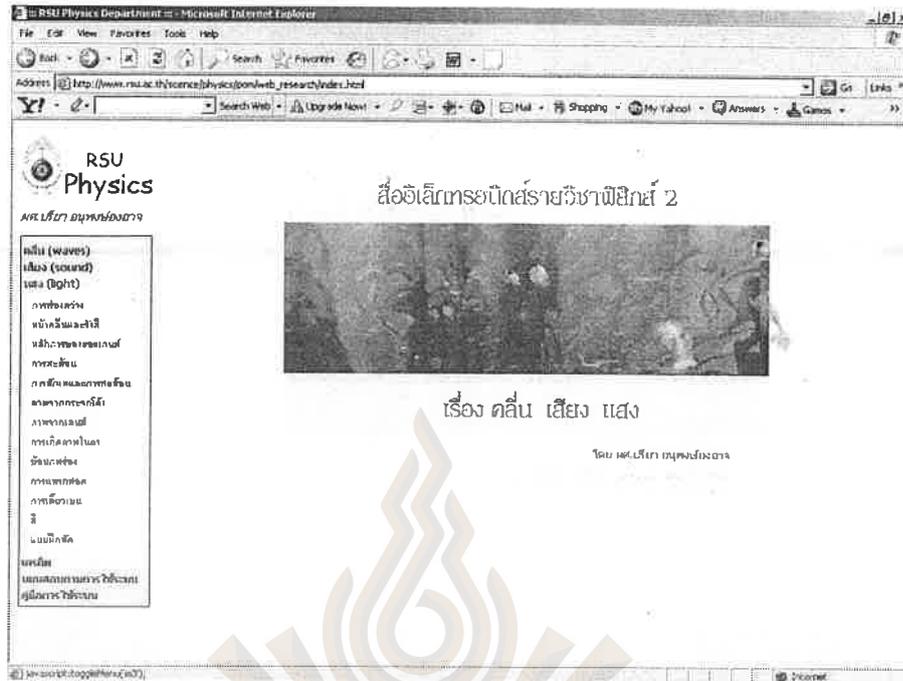
เมื่อคลิกที่เมนูหัวข้อเรื่อง คลื่น จะปรากฏหน้าจอดังรูป



ในหัวข้อเรื่อง เสียง ประกอบด้วย

- ธรรมชาติและความดันของเสียง
- อัตราเร็วเสียง
- ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง
- คุณลักษณะของเสียง
- หูและกลไกของการได้ยินเสียง
- กลไกของการได้ยินเสียง
- คอปเปลอร์
- แบบฝึกหัด

เมื่อคลิกที่เมนูหัวข้อเรื่อง แสง จะปรากฏหน้าจอดังรูป



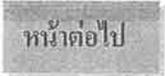
ในหัวข้อเรื่อง แสง ประกอบด้วย

- การส่องสว่าง
- หน้าที่คลื่นและรังสี
- หลักการของฮอยเกนส์
- การสะท้อน
- การหักเหและการสะท้อน
- ภาพจากกระจกโค้ง
- ภาพจากเลนส์
- การเกิดภาพภายในตา
- ข้อบกพร่อง
- การแทรกสอดของแสง
- การเลี้ยวเบนของแสง
- ฟิล์ม
- แบบฝึกหัด

### 3. ปุ่มควบคุมการทำงานของหน้าจอ

ในแต่ละหน้าจอจะมีเมนูที่อยู่ทางด้านซ้ายมือซึ่งจะแสดงหัวข้อต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ถ้าต้องการจะศึกษาหัวข้อใด ให้นักศึกษาสามารถคลิกในหัวข้อที่ต้องการ เนื้อหาในแต่ละหัวข้อจะปรากฏขึ้นมาในหน้าจอทางด้านขวามือ

ส่วนหน้าจอทางด้านขวาจะมีปุ่มควบคุมการทำงานของหน้าจอดังนี้

-  **คลิกที่ปุ่มนี้ เมื่อต้องการจะไปหน้าจอถัดไป**
-  **คลิกที่ปุ่มนี้ เมื่อต้องการจะกลับไปหน้าจอก่อนหน้า**
-  **คลิกที่ปุ่มนี้ เมื่อต้องการจะดูภาพซึ่งแสดงด้วย applet**
-  **คลิกที่ปุ่มนี้ เมื่อต้องการจะดู ตัวอย่าง ประกอบเนื้อหา**
-  **คลิกที่ปุ่มนี้ เมื่อต้องการจะดูภาพซึ่งแสดงด้วย flash**

ถ้าต้องการออกจากโปรแกรมให้คลิกที่ปุ่มกากบาท (X) ที่อยู่มุมบนด้านขวามือของหน้าจอ

### 4. เนื้อหาและการใช้งานของระบบ

ในสื่อการสอนนี้ได้แบ่งส่วนของเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ คือ

คลื่น (waves)

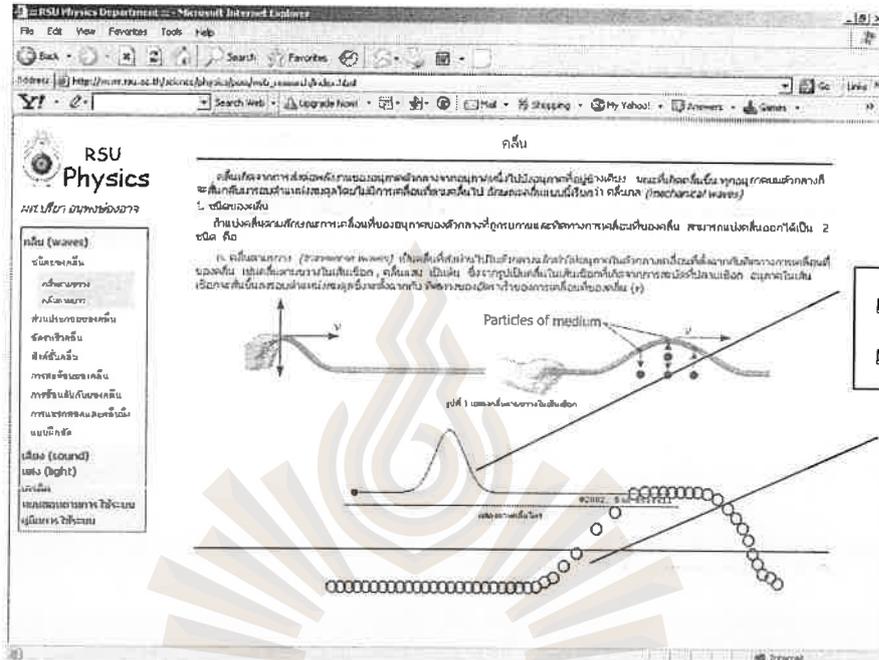
เสียง (sound)

แสง (light)

● คลื่น (waves)

ชนิดของคลื่น

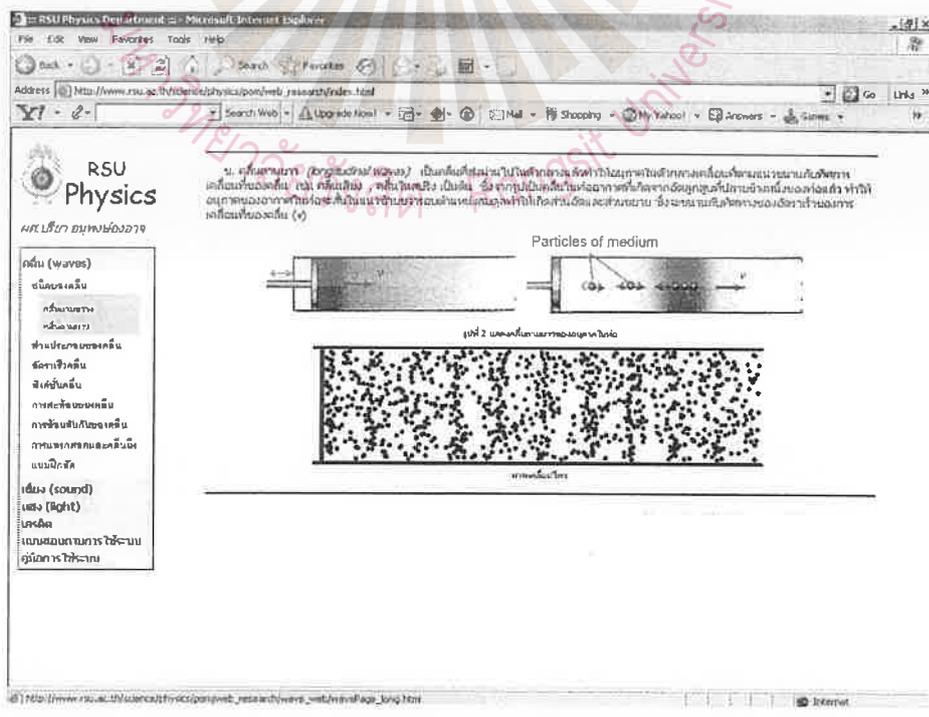
เมื่อคลิกหัวข้อ ชนิดของคลื่น จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว  
เมื่อคลิกที่หัวข้อ คลื่นตามขวาง หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



แสดงภาพคลื่น  
แบบเคลื่อนไหว

แสดงคลื่น โดยถ้า  
ต้องการ ให้คลื่น  
สั้นขึ้น-ลงโดยการ  
นำเมาส์เลื่อนขึ้น-  
ลง จะปรากฏ  
ภาพเคลื่อนไหว

เมื่อคลิกที่หัวข้อ คลื่นตามยาว หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



## ส่วนประกอบของคลื่น

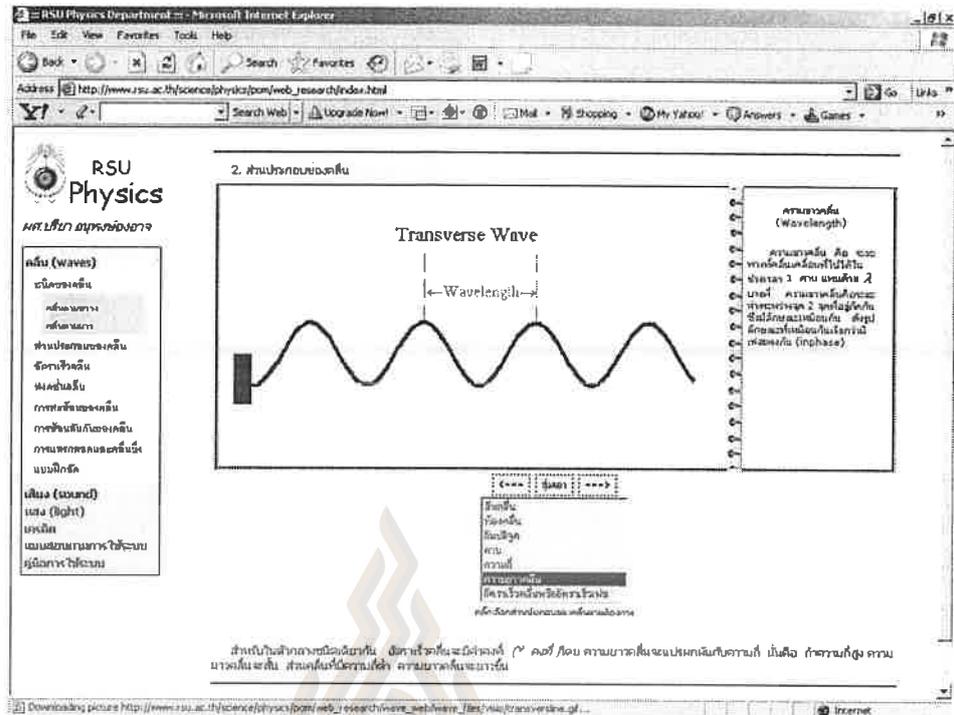
เมื่อคลิกหัวข้อ ส่วนประกอบของคลื่น หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

The screenshot shows a web browser window displaying the RSU Physics Department website. The main content area is titled "2. ส่วนประกอบของคลื่น" (Wave Components). It features a diagram of a wave with labels "สันคลื่น" (Crest) and "Distance". A sidebar on the left lists various wave topics. A dropdown menu is open, showing options like "เลือกเพื่อดูหัวข้อต่างๆ" (Select to view different topics) and "เลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา" (Select the topic you want to study). The page also includes a footer with contact information and a URL.

คลื่นจะมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

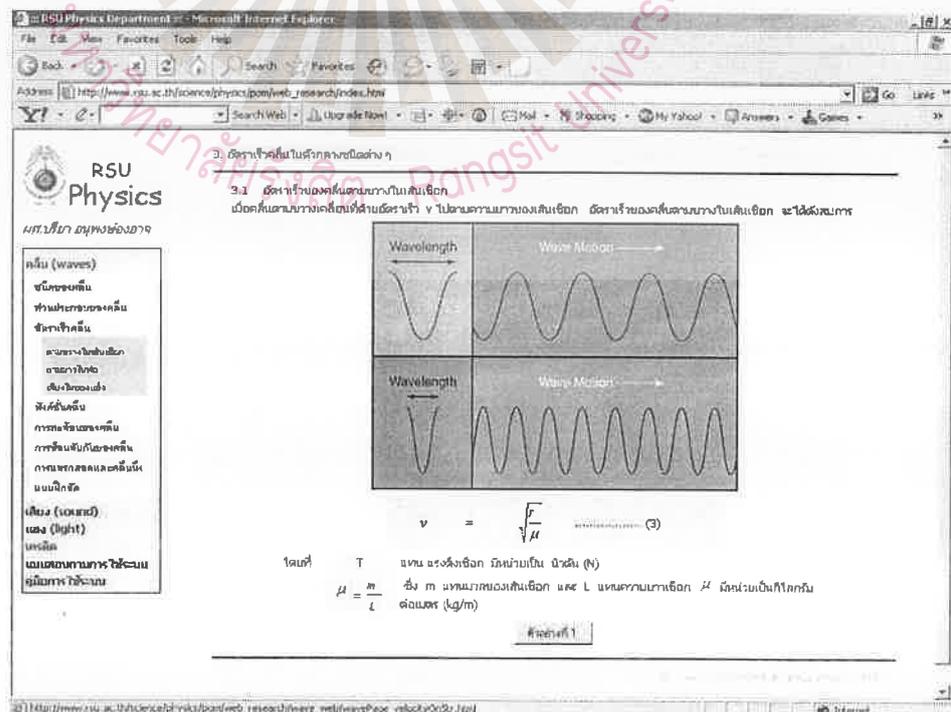
- สันคลื่น
- ท้องคลื่น
- อัมปลิจูด
- คาบ
- ความถี่
- ความยาวคลื่น
- อัตราเร็วคลื่นหรืออัตราเร็วเฟส

นักศึกษาสามารถเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษาได้ โดยคลิกที่หัวข้อต่าง ๆ ตามข้างต้น หรือคลิกที่ลูกศรที่อยู่ใต้ภาพ ภาพของแต่ละหัวข้อจะเปลี่ยนตามหัวข้อที่เลือก ตัวอย่างเช่น คลิกที่หัวข้อ ความยาวคลื่น จะปรากฏหน้าจอดังรูป โดยทางขวามือจะแสดงคำอธิบายส่วนต่างๆ ที่เลือก



### อัตราเร็วของคลื่น

เมื่อคลื่นหัวข้อ อัตราเร็วของคลื่น จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ อัตราเร็วของคลื่นตามขวาง ในเส้นเชือก, อัตราเร็วของคลื่นตามยาวในท่อ และอัตราเร็วของคลื่นเสียงในของแข็ง  
 เมื่อคลื่นที่หัวข้อ อัตราเร็วของคลื่นตามขวางในเส้นเชือก หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

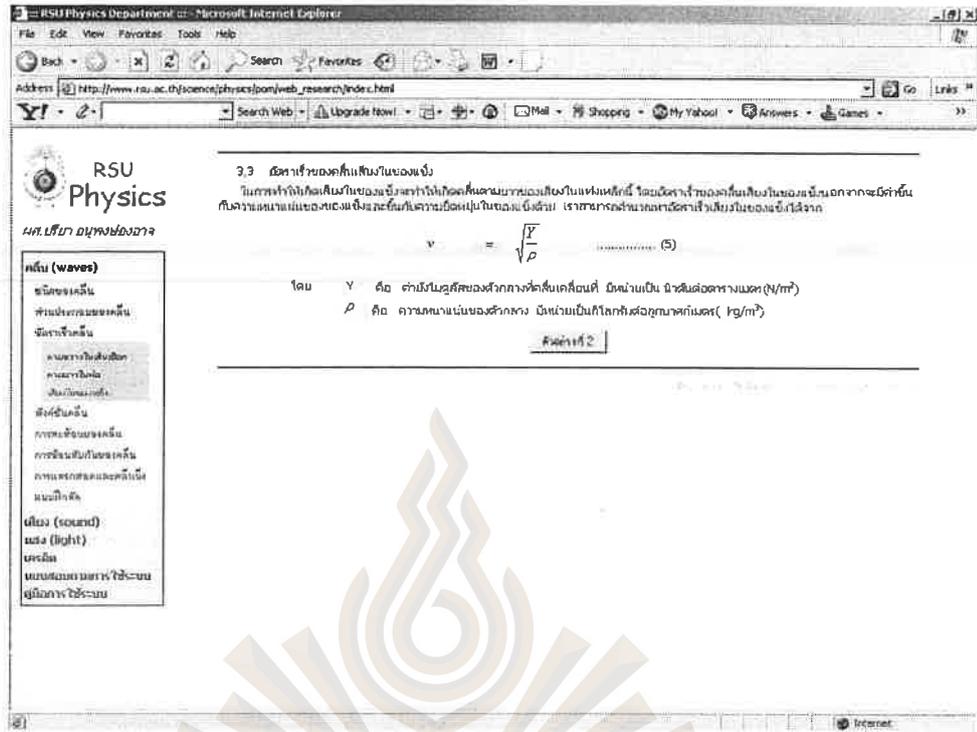


เมื่อคลิกปุ่ม ตัวอย่างที่ 1 จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปและถ้าต้องการปิดหน้าจอนี้ คลิกปุ่ม x ที่มุมขวาด้านบนหน้าจอ

คลิก x เมื่อต้องการปิดหน้าจอนี้

เมื่อคลิกที่หัวข้อ อัตราเร็วของคลื่นตามยาวในท่อ หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

เมื่อคลิกที่หัวข้อ อัตราเร็วของคลื่นเสียงในของแข็ง หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม **ตัวอย่างที่ 2** จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปและถ้าต้องการปิดหน้าจอนี้ คลิกปุ่ม x ที่มุมขวาด้านบนหน้าจอ

ตัวอย่างที่ 2 ปลายท่อเหล็กยาว 1000 m ปลายข้างหนึ่งและยึดติดอยู่กับปลายอีกข้างหนึ่ง โดยเขาจะได้ยินเสียงที่ปลายท่อในทิศทางหนึ่ง ทางต่อเหล็กข้างหนึ่งแทนทำได ค่าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 m/s ค่า Young's Modulus ของเหล็กเท่ากับ  $18 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$  และความหนาแน่นของเหล็กเท่ากับ  $7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

ใช้เวลา เสียงเดินทางในอากาศ

$$t_1 = \frac{s}{v} = \frac{1000 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} = 2.94 \text{ s}$$

เวลาที่เสียงเดินทางในของแข็ง

$$t_2 = \frac{s}{v} = \frac{1000 \text{ m}}{4803.8 \text{ m/s}} = 0.21 \text{ s}$$

เวลาใช้ต่างกัน

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 2.94 - 0.21 = 2.73 \text{ s}$$

คลิก x เมื่อต้องการปิดหน้าจอนี้

ฟังก์ชันคลื่น

เมื่อคลิกที่หัวข้อ ฟังก์ชันคลื่น หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

RSU Physics Department - Microsoft Internet Explorer

Address: http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web\_research/index.html

4. ฟังก์ชันคลื่น

คลื่นนี้เกิดจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคเป็นแนวราบในแนวนอน ซึ่งในทิศทาง x หนึ่งอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปมาในแนวราบ สมการการเคลื่อนที่ของคลื่นนี้คือฟังก์ชันคลื่น ซึ่งก็คือ ฟังก์ชันที่แสดงว่าหนึ่งอนุภาคใดของอนุภาคที่เคลื่อนที่ไปมาในแนวราบ จะเคลื่อนที่ไปมาในแนวราบในทิศทางใดบ้าง

คลื่นเคลื่อนที่ไปทางขวา  $y = A \sin(\omega t - kx)$

คลื่นเคลื่อนที่ไปทางซ้าย  $y = A \sin(\omega t + kx)$  ..... (6)

โดยที่ A แทนแอมพลิจูดของคลื่น หรือการกระจัดสูงสุดของคลื่น  
 แทนความถี่เชิงมุม (angular Frequency) โดยที่  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$  มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที (rad/s)

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$  แทนค่าคงที่ของการแพร่ (propagation constant) หรือเลขคลื่น (Wave number) มีหน่วยเป็น ต่อเมตร ( $m^{-1}$ ) จะได้

ความเร็วของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์ที่ตำแหน่ง x และเวลา t สามารถได้จาก

$$v = \frac{\partial y}{\partial t} = \omega A \cos(\omega t - kx) \dots \dots \dots (7)$$

ความเร็วของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์ที่ตำแหน่ง x และเวลา t สามารถได้จาก

$$a = -\omega^2 A \sin(\omega t - kx) = -\omega^2 y \dots \dots \dots (8)$$

ตัวอย่างที่ 3

เมื่อคลิกปุ่ม ตัวอย่างที่ 3 จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปและถ้าต้องการปิดหน้าจอนี้ คลิกปุ่ม x ที่มุมขวาด้านบนหน้าจอ

ตัวอย่างที่ 3 สมการของคลื่นตามขวางในเชิงคณิตศาสตร์คือ  $y = 10 \sin \pi(2t - 0.01x)$  เมื่อ  $y$  และ  $x$  เป็นหน่วยเมตร (ตามเวลา  $t$  และ  $x$  เป็นหน่วยเมตร)

ก. แอมพลิจูดของคลื่นตามขวางนี้  $y$  ความยาวคลื่น, ความถี่, อัตราเร็วเฟส

ข. อัตราเร็วของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์  $v$  อัตราเร็วสูงสุดของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์

ค. อัตราเร็วของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์  $t = 1/2$  s และ  $x = 100$  cm

วิธีทำ จากสมการที่กำหนดให้เทียบกับสมการที่ (6) จะได้  $A = 10$  cm,  $\omega = 2\pi$  และ  $k = 0.01\pi$   $cm^{-1}$

ก. แอมพลิจูดของคลื่น  $A = 10$  cm ตอบ

ข. ความยาวคลื่น  $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{0.01\pi} = 200$  cm = 2 m ตอบ

ความถี่  $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1$  Hz ตอบ

อัตราเร็วเฟส  $v = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi}{0.01\pi} = 200$  cm/s ตอบ

ค. อัตราเร็วของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์

$$v = \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} (10 \sin(2\pi t - 0.01\pi x))$$

$$= 20\pi \cos(2\pi t - 0.01\pi x) \quad cm/s \quad \text{ตอบ}$$

ง. อัตราเร็วสูงสุดของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์

$v_{max}$  เมื่อ  $\cos(2\pi t - 0.01\pi x) = 1$  ดังนั้น

$$v_{max} = 20\pi = 20(3.14) = 628 \quad cm/s \quad \text{ตอบ}$$

จ. อัตราเร็วของอนุภาคในเชิงคณิตศาสตร์  $t = 1/2$  s และ  $x = 100$  cm

$$v = 20\pi \cos(2\pi t - 0.01\pi x)$$

$$= 20\pi \cos(2\pi(\frac{1}{2}) - 0.01\pi(100))$$

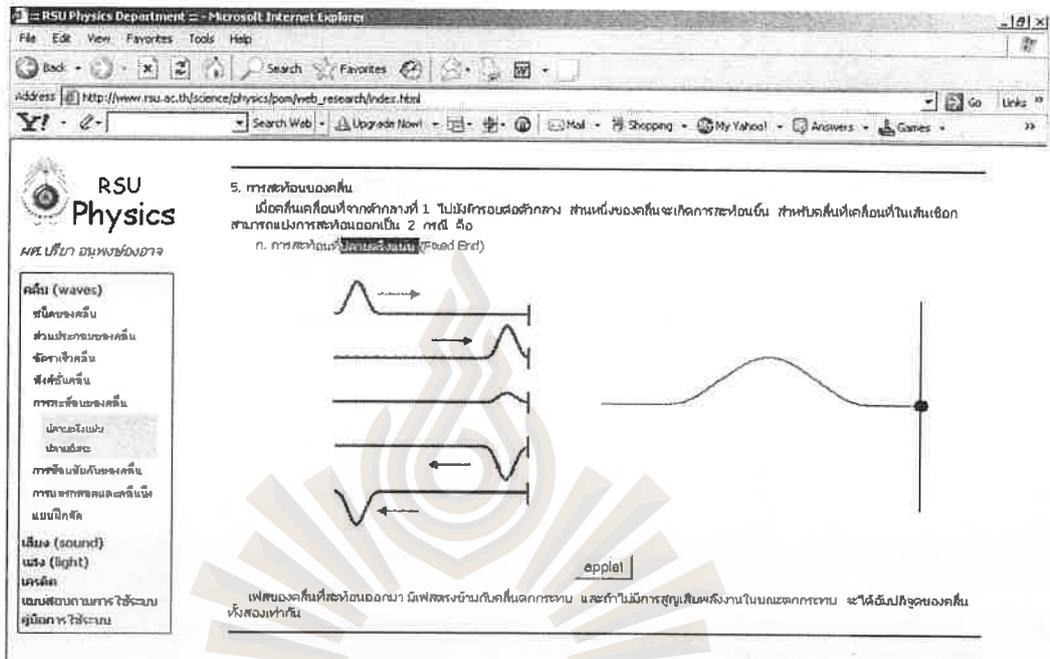
$$= 20\pi \quad cm/s \quad \text{ตอบ}$$

คลิก x เมื่อต้องการปิดหน้าจอนี้

**การสะท้อนของคลื่น**

เมื่อคลิกหัวข้อ การสะท้อนของคลื่น จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ ปลายตรึงแน่น , ปลายอิสระ

เมื่อคลิกที่หัวข้อ ปลายตรึงแน่น หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



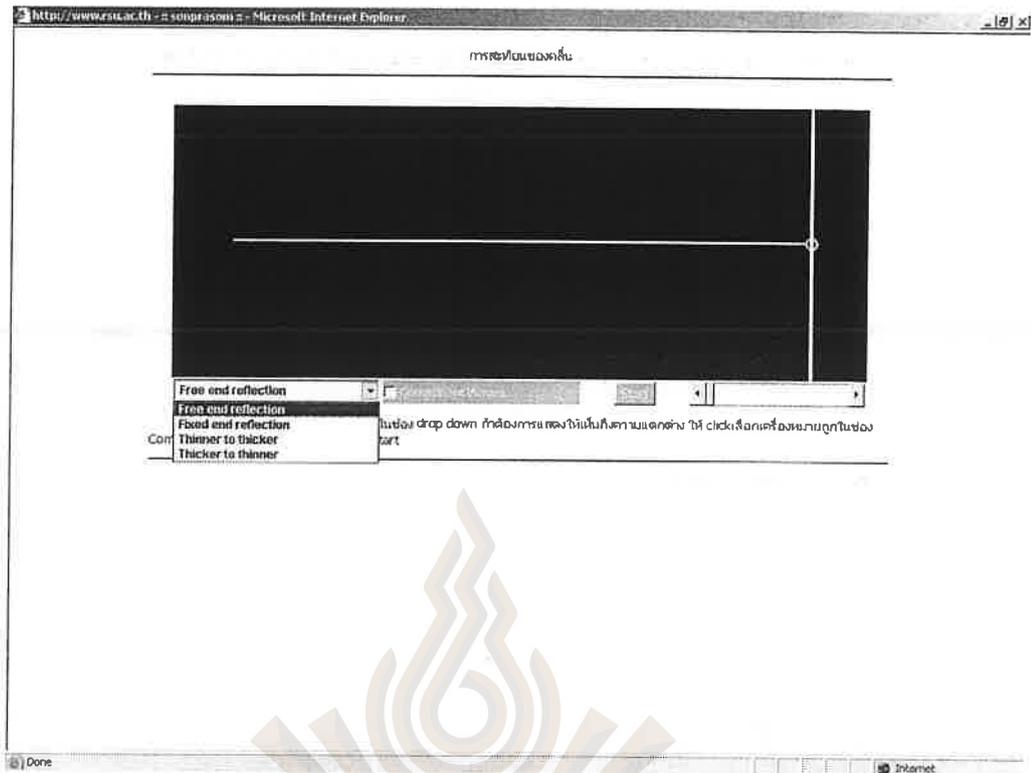
เมื่อคลิกปุ่ม  จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป และเมื่อต้องการเลือกลักษณะการสะท้อนของคลื่นให้เลือกที่ช่อง drop down จะปรากฏเงื่อนไขการสะท้อนให้เลือก 4 แบบ ดังนี้

- Free end reflection
- Fixed end reflection
- Thinner to thicker
- Thicker to thinner

คลิกช่อง Component Waves เพื่อต้องการแสดงองค์ประกอบการสะท้อนของคลื่น โดยคลื่นตกกระทบจะมีสีขาว ส่วนคลื่นสะท้อนจะมีสีแดง

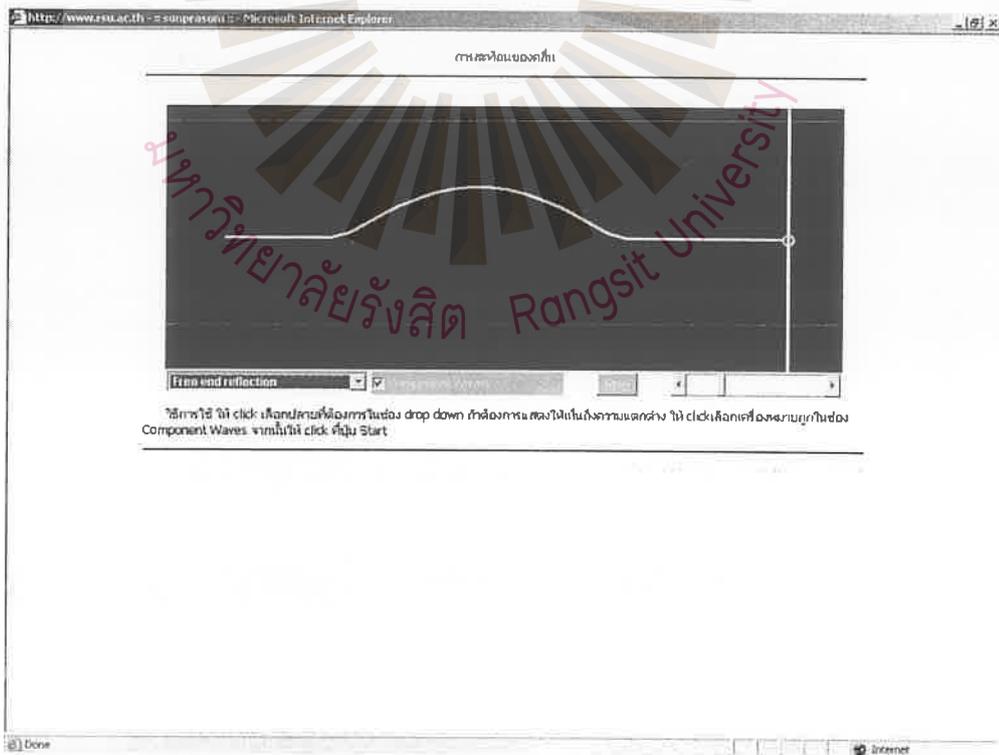
คลิกปุ่ม  เพื่อต้องการให้โปรแกรมทำงาน

คลิกปุ่ม  เพื่อต้องการให้โปรแกรมหยุดทำงาน

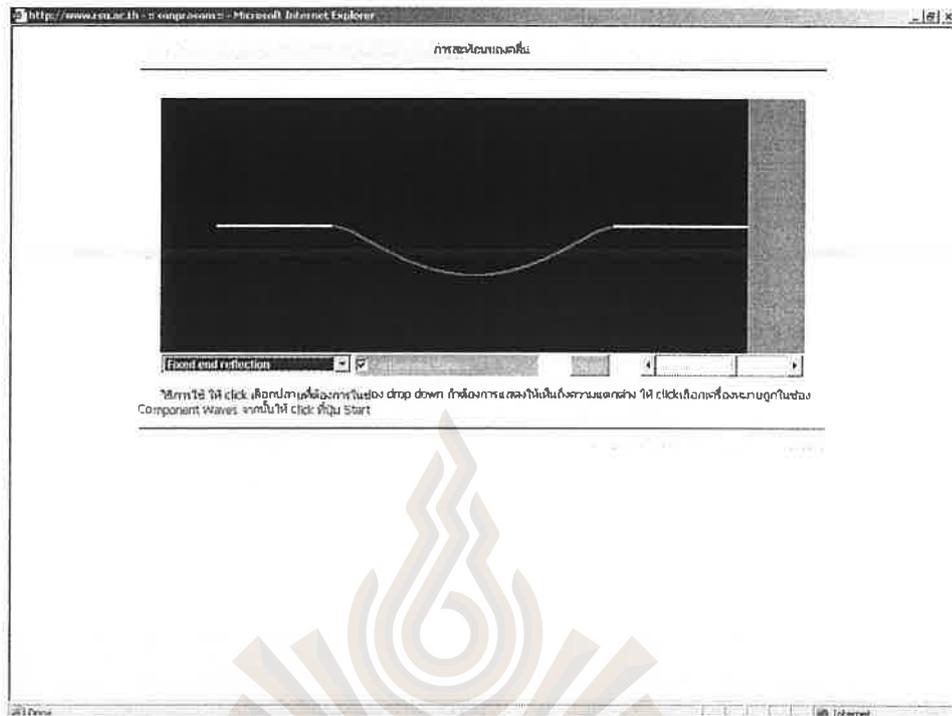


บน

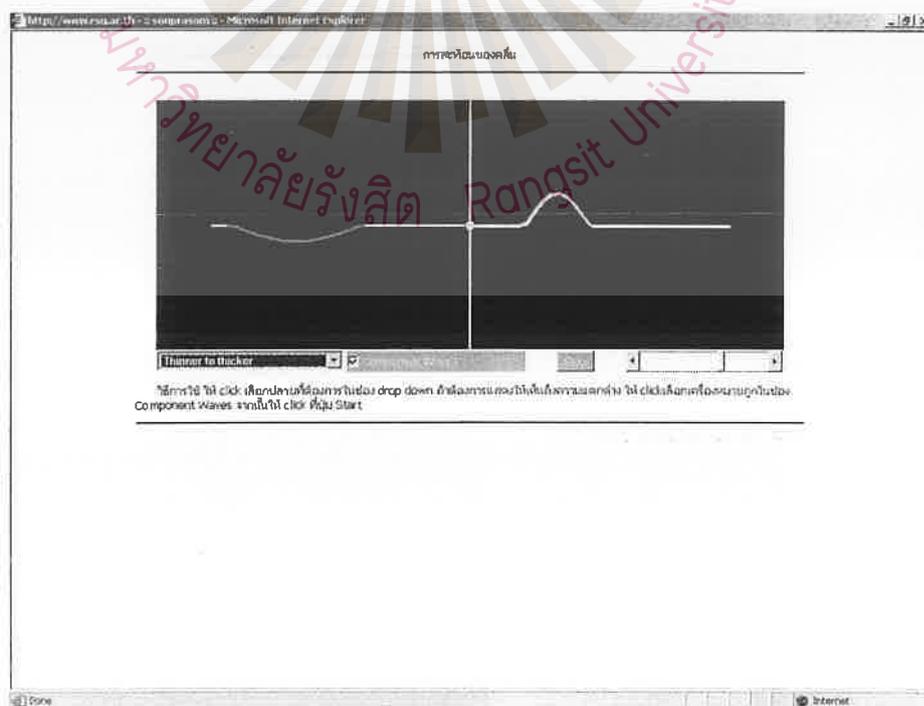
เมื่อคลิกที่หัวข้อ **Free end reflection** หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



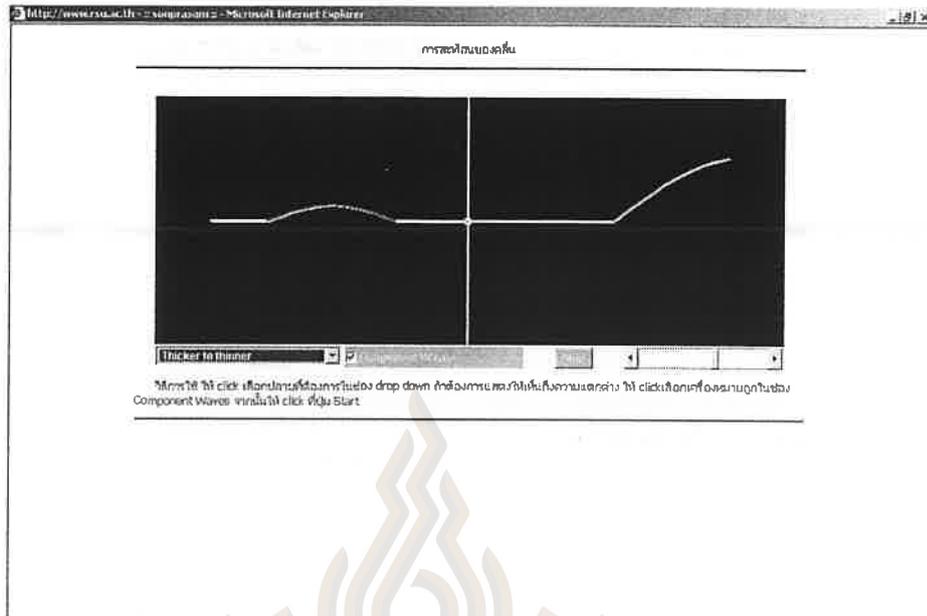
เมื่อคลิกที่หัวข้อ **Fixed end reflection** หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



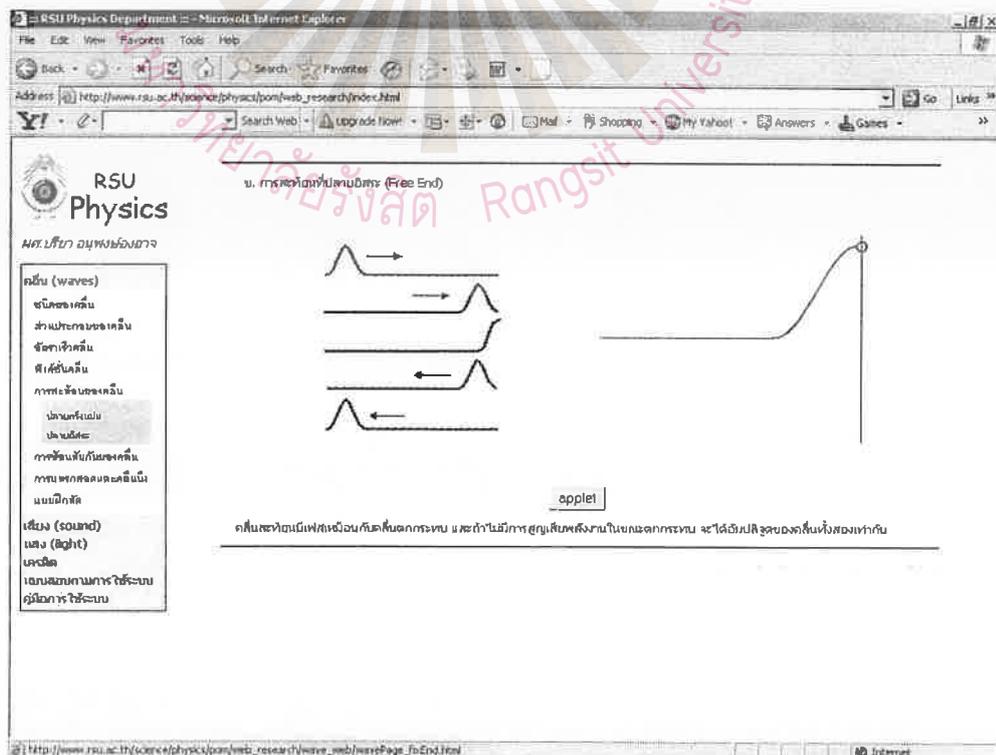
- เมื่อคลิกที่หัวข้อ **Thinner to thicker** หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



- เมื่อคลิกที่หัวข้อ **Thicker to thinner** หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

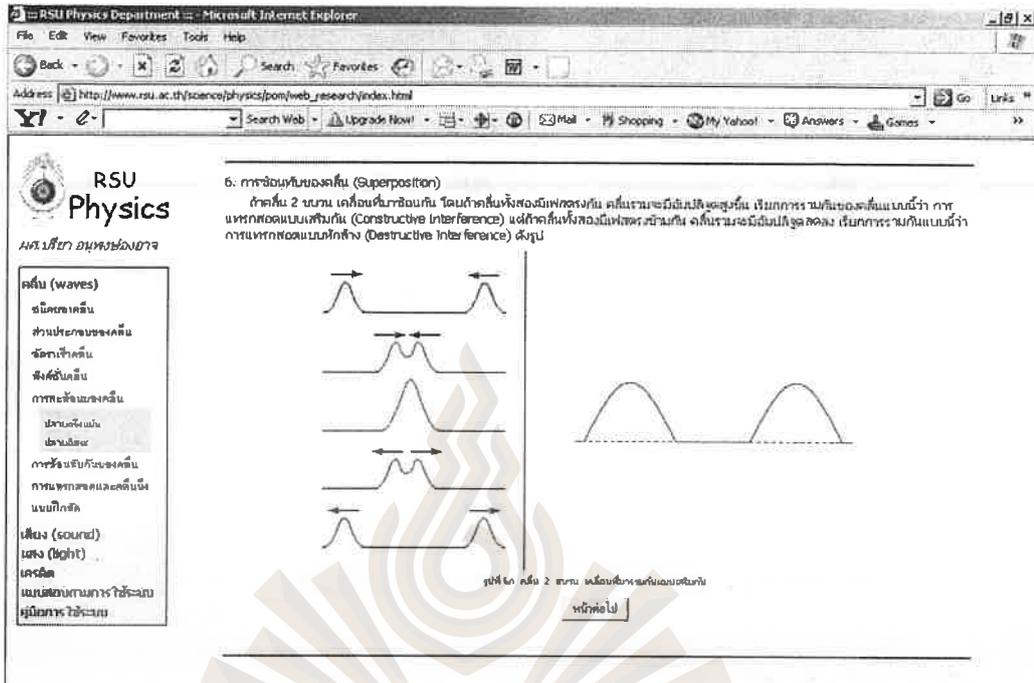


เมื่อคลิกที่หัวข้อ **ปลายอิสระ** หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป และเมื่อคลิกปุ่ม applet จะปรากฏหน้าจอ เหมือนกับที่กล่าวมาข้างต้น



# การซ้อนทับกันของคลื่น

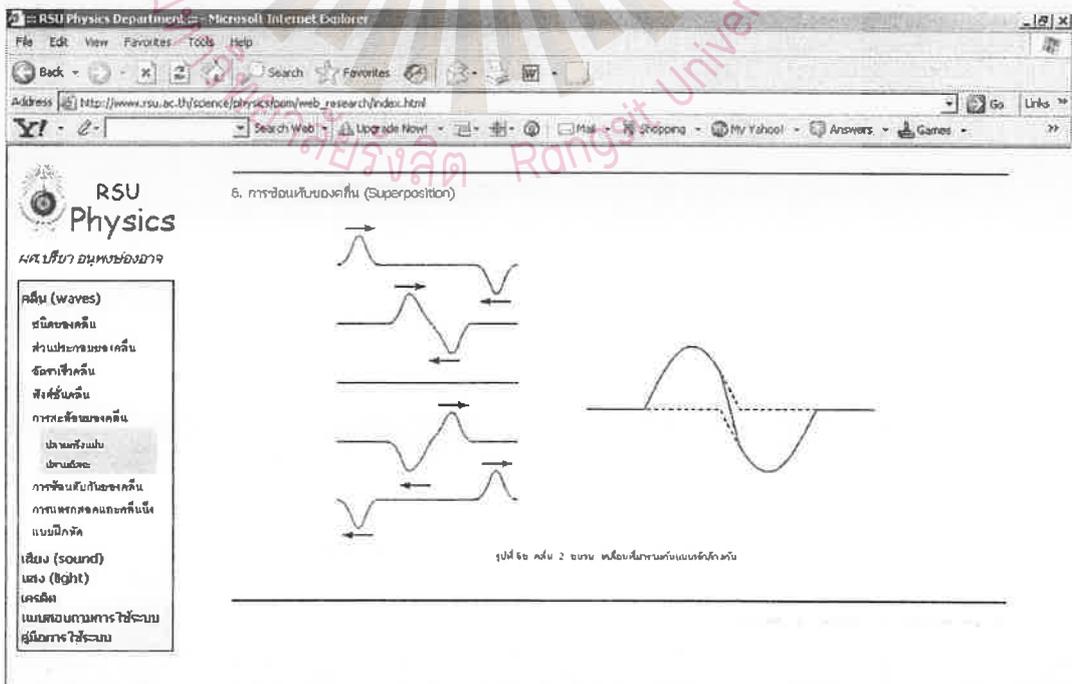
เมื่อคลิกหัวข้อ การซ้อนทับกันของคลื่น หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



### การแทรกสอดและคลื่นนิ่ง

เมื่อคลิกหัวข้อ การแทรกสอดและคลื่นนิ่ง จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ คลื่นนิ่ง คลื่นนิ่งในเชือก คลื่นนิ่งในท่อ

เมื่อคลิกที่หัวข้อ คลื่นนิ่ง หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

7. การแทรกสอดและคลื่นนิ่ง

การแทรกสอดเป็นผลที่เกิดจากการที่คลื่น 2 เชน เคลื่อนเข้ามาชนกันทำให้เกิดการรวมกัน โดยถ้าสมมติทั้งสองมีความถี่และแอมพลิจูดเท่ากัน เคลื่อนไปในทิศทางตรงกันข้าม และมีเฟสต่างกัน  $\pi$  หนึ่งรอบ เมื่อเกิดการรวมกันจะเกิดเป็นคลื่นที่มีแอมพลิจูดเป็นศูนย์ (standing waves)

ถ้า  $y_1$  เป็นฟังก์ชันของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทางซ้าย และ  $y_2$  เป็นฟังก์ชันของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทางขวา โดยที่  $y_1, y_2$  มีหน่วยเป็นเมตร (m) สมการ

$$y_1 = A \sin(\omega t + kx)$$

$$y_2 = A \sin(\omega t - kx + \pi) = -A \sin(\omega t - kx)$$

ฟังก์ชันคลื่นนิ่ง  $y_{\text{รวม}}$  เป็นดังนี้

$$y_{\text{รวม}} = y_1 + y_2 = 2A \sin kx \cos \omega t \quad \dots (9)$$

สมการที่ (9) นี้เป็นสมการคลื่นเคลื่อนที่ แต่เป็นสมการของคลื่นเป็นคาบในอวกาศ ซึ่งมีแอมพลิจูด (amplitude, A) ของมันรวมคือ

$$A = 2A \sin kx \quad \dots (10)$$

โดยที่  $2A \sin kx$  จะมีค่ามากที่สุด เมื่อ  $kx = \left( n\pi + \frac{\pi}{2} \right)$  โดยที่  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  แอมพลิจูดจะมีค่าสูงสุด ดังนั้นจะได้ตำแหน่ง  $x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots$  ตำแหน่งเรียกนี้ว่า ปฏิปักษ์ (Antinode) แทนด้วย A

$2A \sin kx$  จะมีค่าน้อยที่สุดคือค่าเป็นศูนย์ เมื่อ  $kx = n\pi$  โดยที่  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  แอมพลิจูดจะมีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นจะได้ตำแหน่ง  $x = 0, \frac{\lambda}{2}, \lambda, \frac{3\lambda}{2}, \dots$  ตำแหน่งนี้เรียกว่า โหนด (Node) แทนด้วย N

เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

การแทรกสอดเป็นผลที่เกิดจากการที่คลื่นเคลื่อนที่เข้าชนกัน คลื่นนิ่งจะยาวเท่าไร เป็นดังรูป

Nodes

Antinodes

รูปที่ 7 แสดงคลื่นนิ่ง สายตึงชนิด (Node) และตำแหน่งปฏิปักษ์ (Antinode)

จากรูป

- ตำแหน่งโหนดที่อยู่ติดกัน (N - N) ห่างกัน  $\frac{\lambda}{2}$
- ตำแหน่งปฏิปักษ์ที่อยู่ติดกัน (A - A) ห่างกัน  $\frac{\lambda}{2}$
- ส่วนตำแหน่งโหนดและปฏิปักษ์ที่อยู่ติดกัน (A - N) ห่างกัน  $\frac{\lambda}{4}$

Antinodes Nodes

รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งปฏิปักษ์ (Antinodes) และโหนด (Nodes) ของคลื่นนิ่งในเชือก

เมื่อคลิกที่หัวข้อ คลื่นนิ่งในเชือก หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

RSU Physics  
ภาควิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ

คลื่น (waves)  
ชนิดของคลื่น  
พยางค์ของคลื่น  
ดัชนีหักเหคลื่น  
สีของคลื่น  
การเคลื่อนที่ของคลื่น  
การข้ามเส้นโพลาไรเซชัน  
การแทรกสอดของคลื่นนิ่ง  
คลื่นนิ่ง  
คลื่นนิ่งในสายเชือก  
คลื่นนิ่งในท่อ  
แบบฝึกหัด

เสียง (sound)  
แสง (light)  
สารกึ่งตัวนำ  
แบบแปลนภาษา  
คู่มือการใช้งาน

ถ้าเชือกยาว  $L$  ถูกยึดติดปลายทั้งสองข้าง เมื่อเชือกถูกดีดจะทำให้เกิดคลื่นนิ่งตามขวางขึ้นในเส้นเชือกได้ ดังรูป

รูป (a)  $n = 1$  เรียกว่า "ฮาร์โมนิกที่หนึ่ง" (fundamental frequency) หรือ ฮาร์โมนิกที่หนึ่ง (first harmonic)  
 $\frac{\lambda}{2} = L$  ;  $\lambda = 2L$  จะได้  
 $f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  ..... (11)

รูป (b)  $n = 2$  เรียกว่า "ฮาร์โมนิกที่สอง" (first overtone) หรือ ฮาร์โมนิกที่สอง (second harmonic)  
 $\lambda = L$  ; จะได้  
 $f_2 = \frac{2}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  ..... (12)

รูป (c)  $n = 3$  เรียกว่า "ฮาร์โมนิกที่สาม" (second overtone) หรือ ฮาร์โมนิกที่สาม (third harmonic)  
 $\frac{3}{2}\lambda = L$  ;  $\lambda = \frac{2}{3}L$  จะได้  
 $f_3 = \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  ..... (12)

เมื่อคลิกปุ่ม **applet** จะปรากฏหน้าจอแสดงคลื่นนิ่งในเส้นเชือกที่ตรึงปลายทั้งสองข้าง โดยสามารถเลือกดูการเกิดคลื่นนิ่งตั้งแต่ ฮาร์โมนิกที่ 1 -5 โดยต้องการดูฮาร์โมนิกใด ให้คลิกที่ปุ่มที่ต้องการซึ่งอยู่ได้ภาพ ดังรูป

ตัวอย่างภาพ เมื่อเลือก ฮาร์โมนิกที่ 1

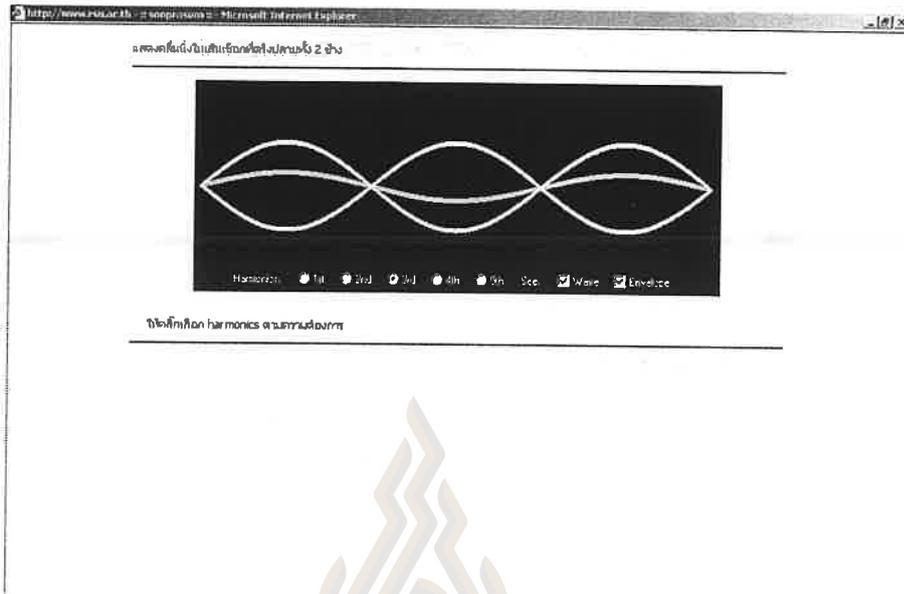
RSU Physics Department - Microsoft Internet Explorer

แสดงคลื่นนิ่งบนเส้นเชือกที่ตรึงปลายทั้ง 2 ข้าง

ปุ่มควบคุม: Home, 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, Stop, Wave, Envelope

คลิกที่เลือก harmonics ตามความต้องการ

ตัวอย่างภาพ เมื่อเลือก ฮาร์โมนิกที่ 3



เมื่อคลิกปุ่ม **ตัวอย่างที่ 4** จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปและถ้าต้องการปิดหน้าจอนี้ คลิกปุ่ม x ที่มุมขวาด้านบนหน้าจอ

คลิก x เมื่อต้องการปิดหน้าจอนี้

ตัวอย่างที่ 4 เส้นเชือกยาว 2 เมตร ปลาย 2 แตร ถูกขึงด้วยแรง 85 นิวตัน จงคำนวณหา

ก. อัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือก

ข. ความถี่ฮาร์มอนิก, โดเมนที่ 1 และโดเมนที่ 2

วิธีทำ

ก. จาก  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

โดยที่  $T = 85 \text{ N}$ ;  $\mu = \frac{m}{L} = \frac{0.002 \text{ kg}}{2 \text{ m}} = 0.001 \text{ kg/m}$  แทนค่า

$$v = \sqrt{\frac{85 \text{ N}}{0.001 \text{ kg/m}}} = 291.55 \text{ m/s}$$

ข. ความถี่ฮาร์มอนิก ส่วนแรกได้จาก  $f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$$= \frac{1}{2(2 \text{ m})} \sqrt{\frac{85 \text{ N}}{0.001 \text{ kg/m}}}$$

$$= 72.89 \text{ Hz} \quad \text{ตอบ}$$

โดเมนที่ 1

Antinodes

$$f_2 = 2f_1$$

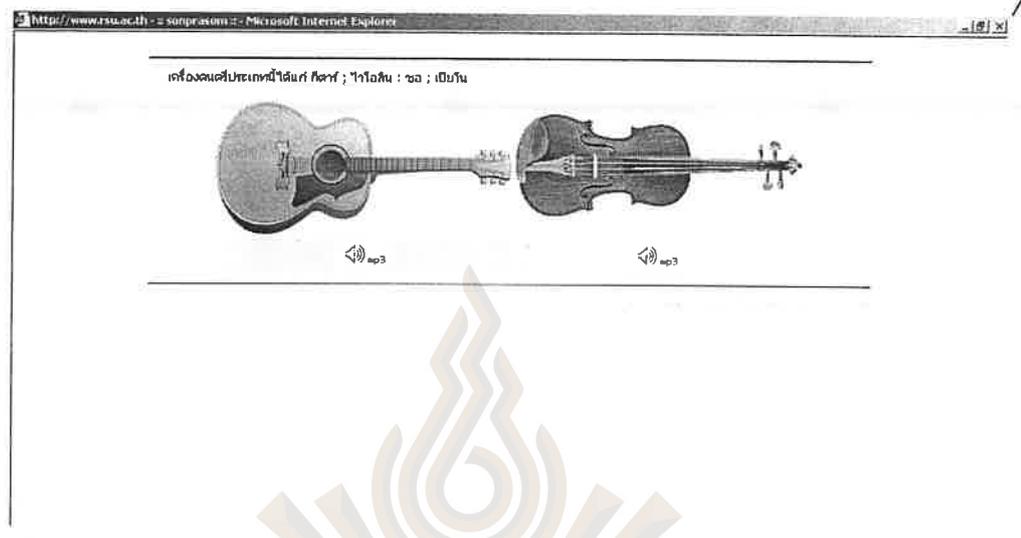
$$= 2(72.89 \text{ Hz})$$

$$= 145.78 \text{ Hz} \quad \text{ตอบ}$$

เมื่อคลิกปุ่ม ตัวอย่างเครื่องเสียง  
ปุ่ม x ที่มุมขวาด้านบนหน้าจอ

จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปและถ้าต้องการปิดหน้าจอนี้ คลิก

คลิก x เมื่อ  
ต้องการปิด  
หน้าจอนี้



เมื่อคลิกที่หัวข้อ คลื่นนิ่งในท่อ หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

RSU Physics Department

7.2 คลื่นนิ่งในท่อ

เครื่องดนตรีประเภทเครื่องเป่าได้แก่ ขลุ่ย, ทรัมเป็ต, แซกโซโฟน ฯลฯ หลักการทำให้เกิดคลื่นนิ่งในท่ออากาศ โดยท่ออากาศใช้มี 2 แบบ คือ ท่อปลายเปิด (opened pipe) เช่น flute และ ท่อปลายปิด (closed pipe) เช่น clarinet การเกิดคลื่นนิ่งในท่อเป็นดังรูป

acoustic pressure pressure node  
↑ pressure anti - node  
displacement displacement node  
↑ displacement anti - node

flute clarinet

คลิกต่อไป

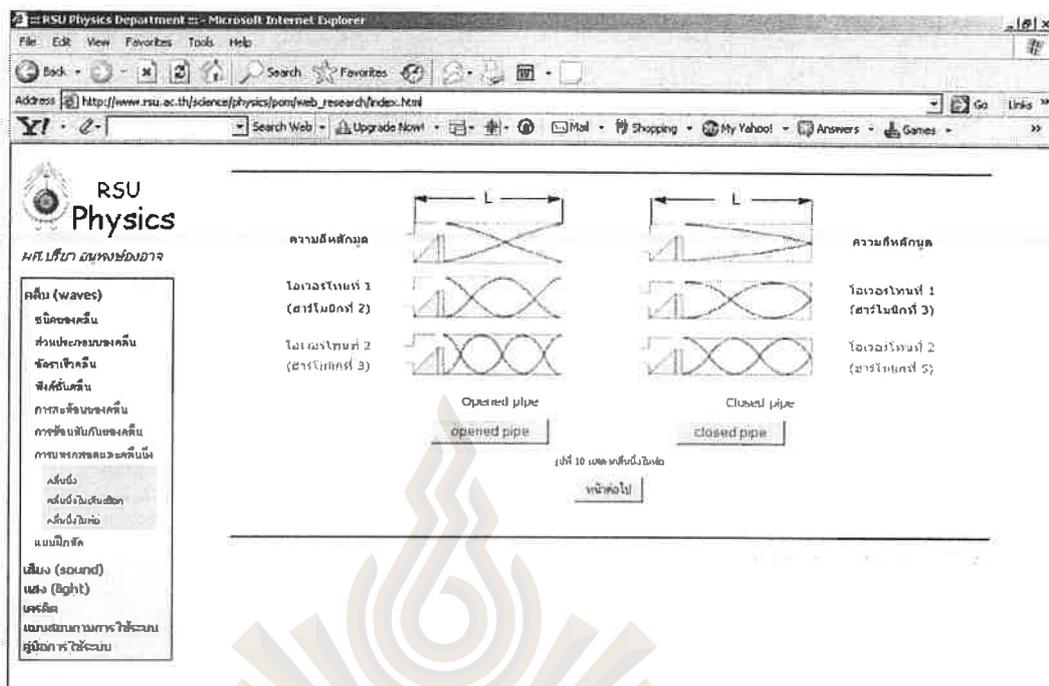
**คลื่น (waves)**  
ชนิดของคลื่น  
ส่วนประกอบของคลื่น  
ทิศทางคลื่น  
ฟังก์ชันคลื่น  
การสะท้อนของคลื่น  
การหักเหของคลื่น  
การแทรกสอดและคลื่นนิ่ง  
คลื่นนิ่ง  
คลื่นนิ่งในเส้นลวด  
คลื่นนิ่งในท่อ  
แอมพลิจูด

**เสียง (sound)**  
แสง (light)  
เกรตติ้ง  
แบบแผนการกระจาย  
สเปกตรัมสี

เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



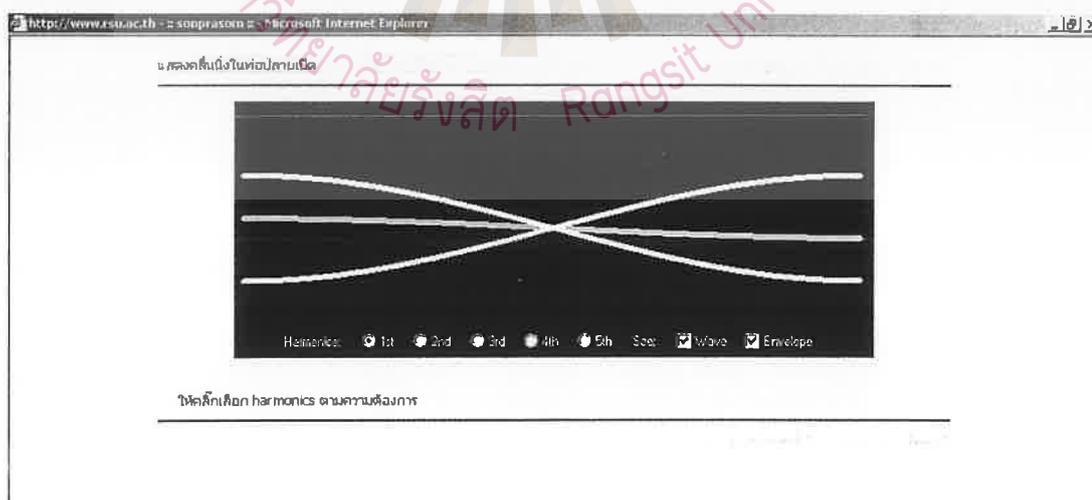
เมื่อคลิกปุ่ม

Opened pipe

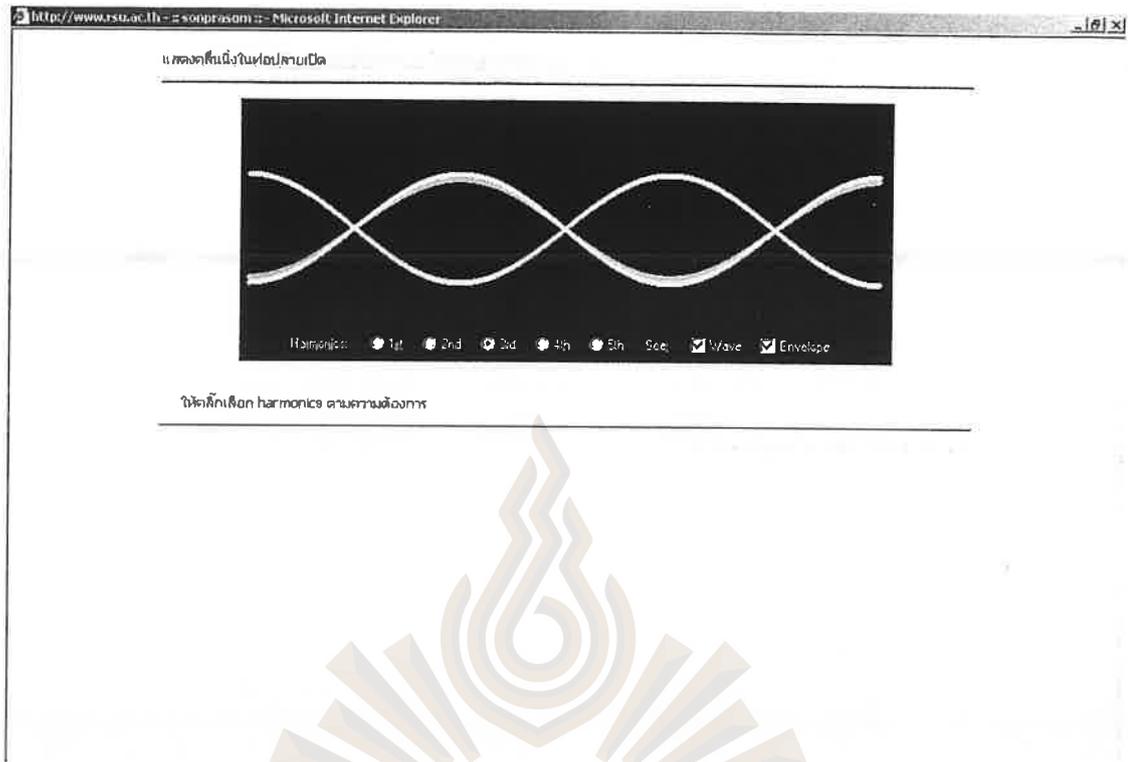
จะปรากฏหน้าจอแสดงคลื่นนิ่งในท่อปลายเปิดทั้งสองข้าง

โดยสามารถเลือกดูการเกิดคลื่นนิ่งตั้งแต่ ฮาร์โมนิกที่ 1 -5 โดยต้องการดูฮาร์โมนิกใด ให้คลิกที่ปุ่มที่ต้องการซึ่งอยู่ใต้ภาพ ดังรูป

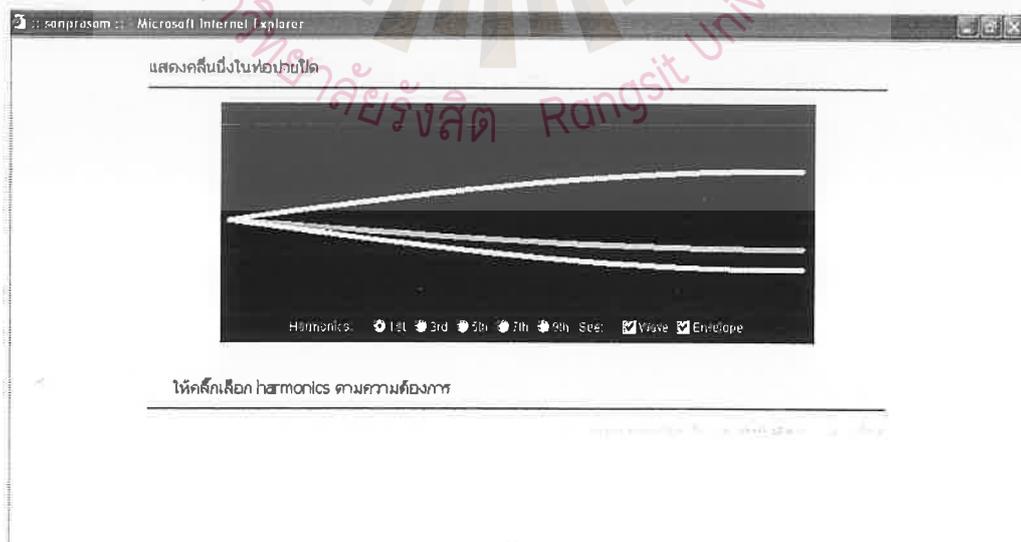
ตัวอย่างภาพ เมื่อเลือก ฮาร์โมนิกที่ 1



### ตัวอย่างภาพ เมื่อเลือก ฮาร์โมนิกที่ 3



เมื่อคลิกปุ่ม **Closed pipe** จะปรากฏหน้าจอแสดงคลื่นนิ่งในท่อปลายเปิดข้างเดียว โดยสามารถเลือกดูการเกิดคลื่นนิ่งตั้งแต่ ฮาร์โมนิกที่ 1, 3, 5, 7, 9 โดยต้องการดูฮาร์โมนิกใด ให้คลิกที่ปุ่มที่ต้องการซึ่งอยู่ใต้ภาพ ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาดังรูป

RSU Physics  
หน้าต่อไป

จากรูปพบว่าตรงบริเวณปลายปิดของท่อลมเป็นตำแหน่งบัพ ทั้งนี้เพราะตรงบริเวณปลายปิดจะเป็นบริเวณที่การเปลี่ยนแปลงความดันมากที่สุด ทำให้บริเวณนั้นมีการยึดแน่นของโมเลกุล อากาศทำให้การกระจัดของโมเลกุลมีค่าน้อยที่สุด ส่วนที่บริเวณปลายเปิดจะเป็นตำแหน่งปฏิบัพ เพราะบริเวณนี้มีความดันอากาศมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากปลายท่อเปิดสู่บรรยากาศ ทำให้โมเลกุลอากาศตรงบริเวณนั้นมีการกระจัดสูงสุด โดยความถี่สัมมูลของท่อเป็นดังนี้

ก่อนหน้า | หน้าต่อไป

เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาดังรูป

RSU Physics  
หน้าต่อไป

ท่อปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง จะได้

$$\frac{\lambda}{2} = L \quad \text{ดังนั้น} \quad \lambda = 2L$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} \quad \dots (14)$$

ท่อปลายปิด จะได้

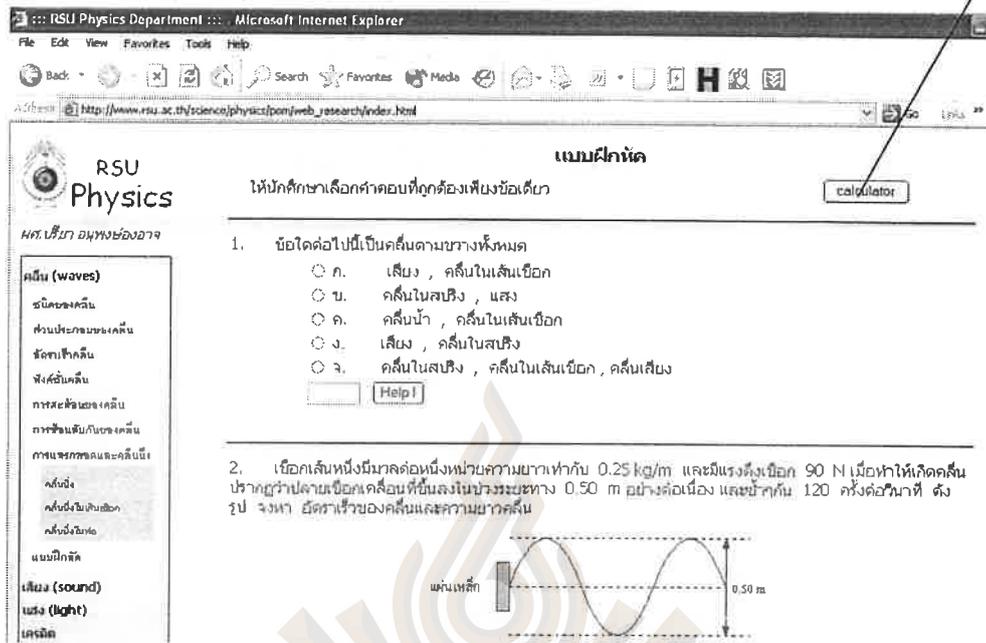
$$\frac{\lambda}{4} = L \quad \text{ดังนั้น} \quad \lambda = 4L$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4L} \quad \dots (15)$$

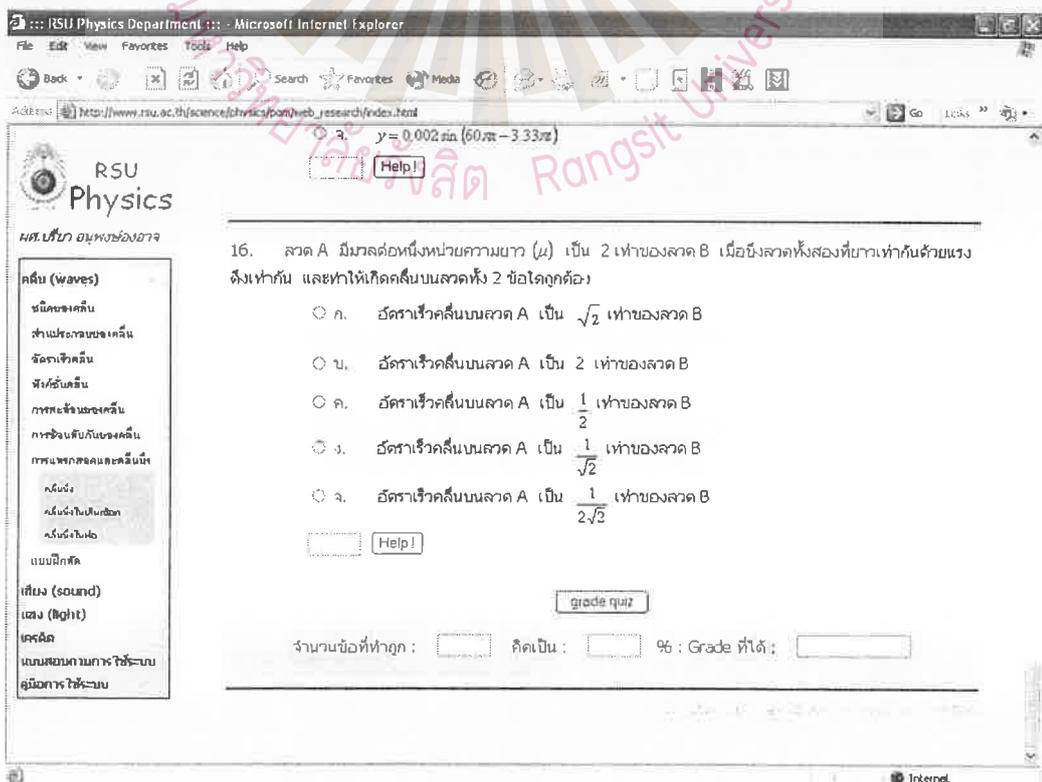
คลิก | ก่อนหน้า

แบบฝึกหัด

เมื่อคลิกที่หัวข้อ แบบฝึกหัด หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



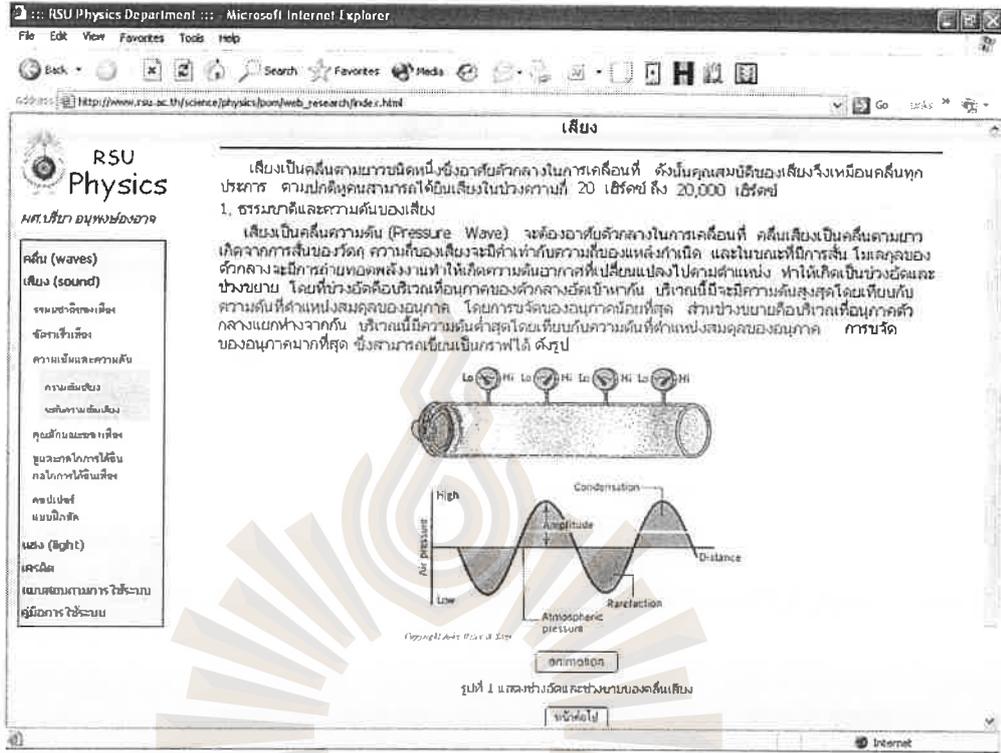
แบบฝึกหัดชุดนี้มี 16 ข้อ โดยนักศึกษาสามารถลองทำเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้ศึกษามา โดยการคลิกที่ตัวเลือกลงของคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และนักศึกษาเช็คคะแนนที่ทำ โดยการคลิกที่ปุ่ม grade quiz ซึ่งผลที่ได้จะแสดงในช่องใต้ปุ่ม grade quiz



● เสียง (sound)

ธรรมชาติและความดันของเสียง

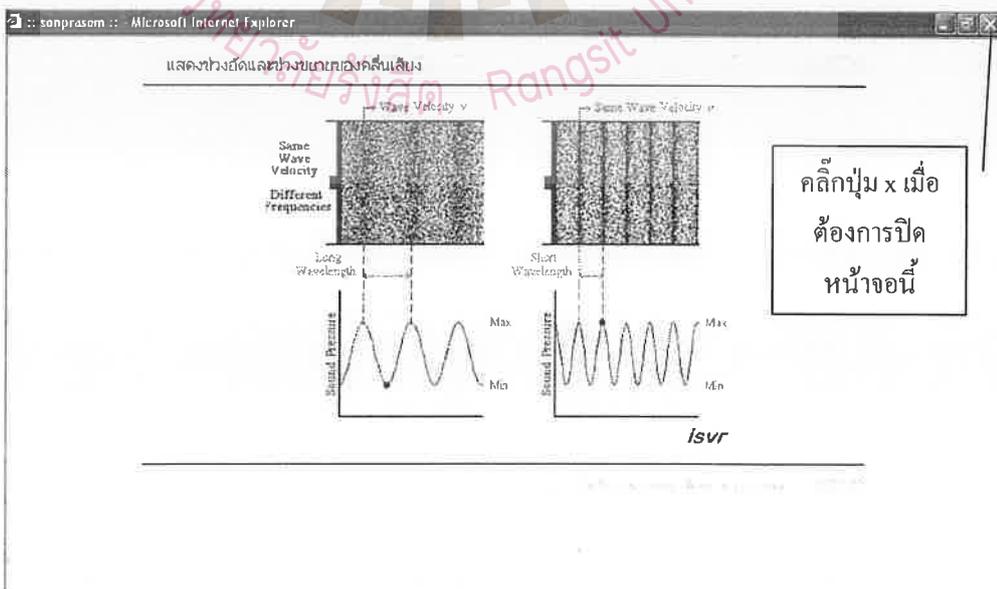
เมื่อคลิกหัวข้อ ธรรมชาติของเสียง หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา ปรากฏดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม animation

จะปรากฏหน้าจอใหม่แสดงช่วงอัดและช่วงขยายของคลื่นเสียง

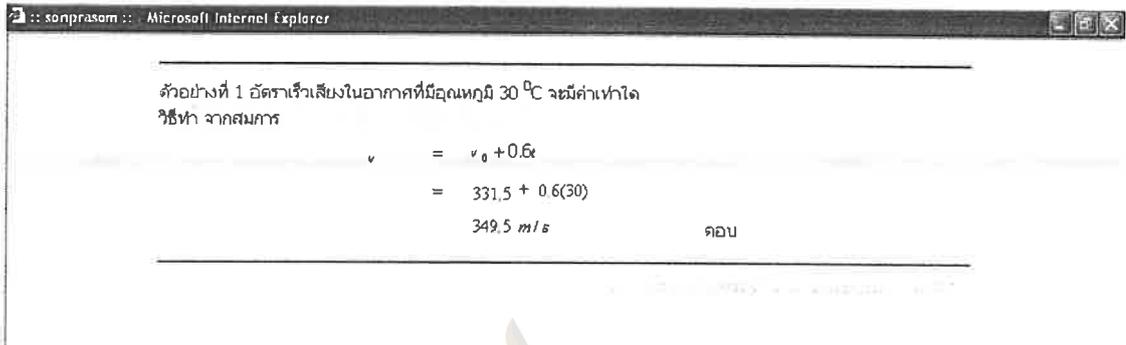
ดังรูป





เมื่อคลิกปุ่ม **ตัวอย่างที่ 1**  
 ดังรูป

จะปรากฏหน้าจอใหม่แสดงตัวอย่างที่ 1 การคำนวณ เรื่องเสียง

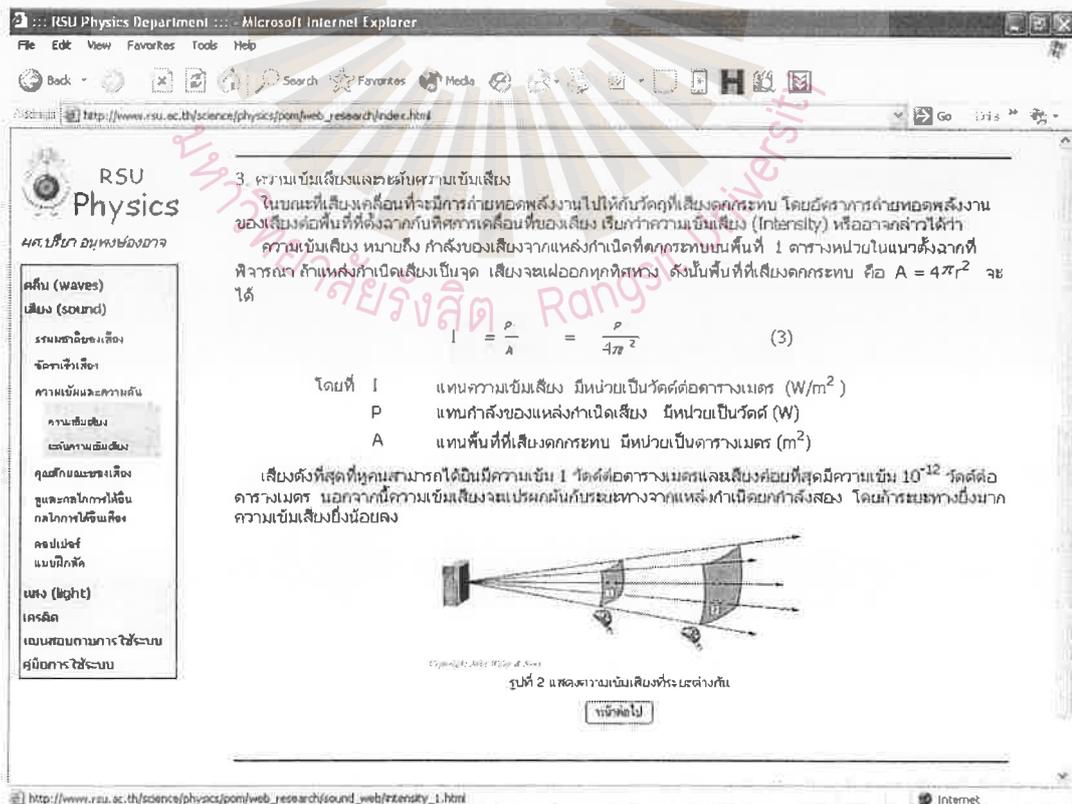


**ความเข้มและความดัน**

เมื่อคลิกหัวข้อ **ความเข้มและความดัน** จะปรากฏหัวข้อย่อย คือ **ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง** โดยสามารถเลือกหัวข้อโดยการนำเมาส์ไปคลิกในหัวข้อที่ต้องการ

- **ความเข้มเสียง**

เมื่อคลิกหัวข้อ **ความเข้มเสียง** หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา ปรากฏดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม หน้าต่อไป

จะปรากฏหน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาต่อจากเดิม ดังรูป

RSU Physics Department website showing sound intensity levels. The page title is "RSU Physics" and the URL is "http://www.rsu.ac.th/science/physics/pon/web\_research/index.html". The content discusses sound intensity levels and provides the following equations:

จากอุปสรรคที่ความเข้มเสียงที่ตำแหน่งที่ (1) มีค่ามากกว่าที่ตำแหน่งที่ (2) เพราะที่ตำแหน่งที่ (1) อนุภาคกับแหล่งกำเนิดเสียงมากกว่า ถ้าต้องการหาความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มเสียงกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงสามารถหาได้ดังนี้

ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเดียวกัน กำลังของแหล่งกำเนิดเท่ากับ (P เท่ากัน) จะได้ว่า

$$\text{ที่ระยะ } r_1 : P = \frac{I_1}{4\pi r_1^2}$$

$$\text{ที่ระยะ } r_2 : P = \frac{I_2}{4\pi r_2^2}$$

$$\text{จะได้ } \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (4)$$

● ระดับความเข้มเสียง

เมื่อคลิกหัวข้อ ระดับความเข้มเสียง หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา ปรากฏดังรูป

RSU Physics Department website showing intensity level. The page title is "RSU Physics" and the URL is "http://www.rsu.ac.th/science/physics/pon/web\_research/index.html". The content defines intensity level and provides the following formula:

ระดับความเข้มเสียง (Intensity Level) เป็นตัวเลขเปรียบเทียบกับความเข้มเสียงในหน่วยเดซิเบล (dB) โดยความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงกับความเข้มเสียง คือ

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (5)$$

โดยที่  $\beta$  คือ ระดับความเข้มเสียง หน่วยเป็นเดซิเบล (decibel, dB)

$I_0$  คือ ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน ซึ่งมีค่า  $10^{-12}$  วัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ ) หรือ 0 เดซิเบล (dB) ค่าความถี่ 1,000 Hz

$I$  ความเข้มเสียงที่ระยะใด ๆ ( $W/m^2$ )

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อคลิกปุ่ม **ตัวอย่างที่ 2**  
 ดังรูป

จะปรากฏหน้าจอใหม่แสดงตัวอย่างที่ 2 การคำนวณ เรื่องเสียง

ตัวอย่างที่ 2 ชายคนหนึ่งยืนอยู่ห่างจากเครื่องขึ้นซึ่งจุดอยู่เป็นระยะทาง 300 m ได้ยินระดับความเข้มเสียง เครื่องยนต์จากเครื่องขึ้นเท่ากับ 120 dB จงหาว่าถ้าชายดังกล่าว ต้องการได้ยินเสียงของเครื่องยนต์เครื่องขึ้นในระดับ 100 dB เขาต้องเดินออกไปยืนอยู่ห่างจากตำแหน่งเดิมเท่าใด

วิธีทำ หากความเข้มเสียงของ 120 dB จาก

$$\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

$$120 = 10 \log \left( \frac{I_1}{I_0} \right)$$

$$10^{10} = \frac{I_1}{I_0}$$

$$I_1 = 10^{10} I_0 = 10^{10} (10^{-12}) = 1 \text{ W/m}^2$$

หาความเข้มเสียงของ 100 db

$$100 = 10 \log \left( \frac{I_2}{I_0} \right)$$

$$10^{10} = \frac{I_2}{I_0}$$

$$I_2 = 10^{10} I_0 = 10^{10} (10^{-12}) = 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

จาก

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

แทนค่า

$$\frac{1}{10^{-2}} = \frac{r_2^2}{300^2}$$

$$r_2 = \frac{300^2}{10^{-2}}$$

$$= 3000 \text{ m}$$

คลิกปุ่ม x เมื่อ  
 ต้องการปิด  
 หน้าต่างนี้

คุณลักษณะของเสียง

เมื่อคลิกหัวข้อ **คุณลักษณะของเสียง** หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา ปรากฏดังรูป

RSU Physics

คุณลักษณะของเสียง

4. คุณลักษณะของเสียง

คลื่นเสียง คือ คลื่นตามยาวซึ่งหูของเราสามารถได้ยินเสียงได้ โดยคลื่นนี้มีความถี่ตั้งแต่ประมาณ 20 Hz ถึง 20,000 Hz ความถี่เสียงในช่วงนี้เรียกว่า audio frequency

เสียงที่คนเราสามารถได้ยินแต่ละเสียงอาจเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเสียงซึ่งมีอยู่ 3 ข้อ คือ

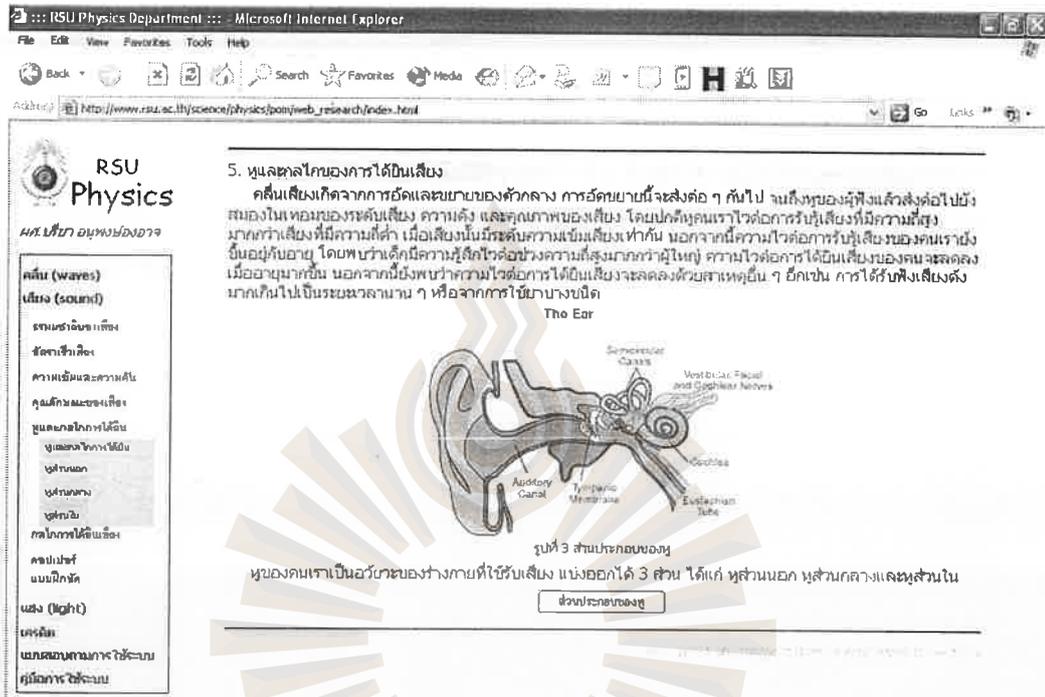
1. ความดัง (loudness) หมายถึง ความรู้สึกได้ยินของภคนมนุษย์ว่าดังมากหรือน้อย ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่อาจวัดด้วยเครื่องมือใดๆ ได้โดยตรง ความดังเพิ่มขึ้นตามความเข้มเสียง หรืออาจกล่าวได้ว่า ความดังก็ขึ้นกับความเข้มเสียงนั่นเอง หูของคนสามารถรับเสียงที่มีความดังน้อยที่สุดคือ 0 dB และมากที่สุดคือ 120 dB
2. คุณภาพของเสียง (quality) หมายถึง คุณลักษณะของเสียงที่เราได้ยิน เมื่อเราฟังเพลงจากวงดนตรีวงหนึ่งนั้น โดยที่เราสามารถแยกได้ว่า เสียงที่ได้ยินนั้นมาจากดนตรีประเภทใด เช่น มาจากไวโอลิน หรือเปียโน เป็นต้น การที่เราสามารถแยกลักษณะของเสียงได้เช่นนี้เพราะว่าคลื่นเสียงทั้งสองมีคุณภาพของเสียงต่างกัน คุณภาพของเสียงขึ้นอยู่กับจำนวนโอเวอร์โทนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นๆ ทำให้ไพเราะต่างกัน
3. ระดับเสียง (pitch) หมายถึง เสียงที่มีความยาวคลื่นและความถี่ต่างกัน โดยเสียงที่มีความถี่สูงจะมีระดับเสียงสูง ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำจะมีระดับเสียงต่ำ

### หูและกลไกการได้ยิน

เมื่อคลิกหัวข้อ **หูและกลไกการได้ยิน** จะปรากฏหัวข้อย่อย คือ **หูและกลไกการได้ยิน** หูส่วนนอก หูส่วนกลาง หูส่วนใน โดยสามารถเลือกหัวข้อโดยการนำเมาส์ไปคลิกในหัวข้อที่ต้องการ

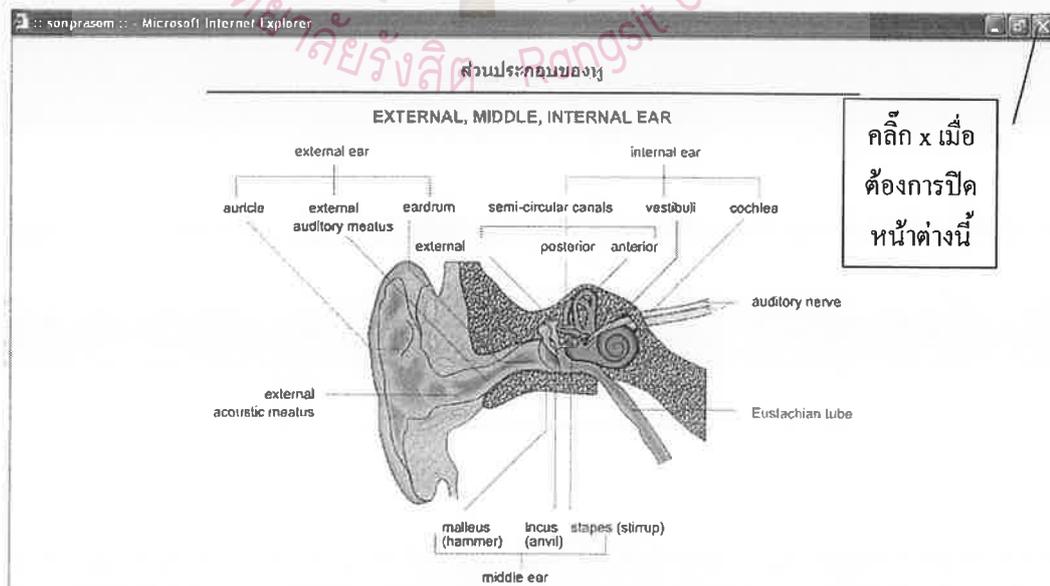
- **หูและกลไกการได้ยิน**

เมื่อคลิกหัวข้อ **หูและกลไกการได้ยิน** หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา ปรากฏดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม **ส่วนประกอบของหู**

จะปรากฏหน้าจอใหม่แสดงส่วนประกอบของหู ดังรูป



เมื่อคลิกหัวข้อ **หูส่วนนอก** หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา **ปรากฏังรูป**

**RSU Physics**  
 ภาส.บ.วิชา อ.หญิงชองอาจ

**คลื่น (waves)**  
**เสียง (sound)**  
 ความเร็วเสียง  
 จิตวิทยาเสียง  
 ความถี่และความดัน  
 คุณสมบัติของเสียง  
 ขุนและกลไกการได้ยิน  
 หูส่วนนอก  
 หูส่วนกลาง  
 หูส่วนใน  
 กลไกการได้ยินเสียง  
 ความถี่  
 แอมพลิจูด

**แสง (light)**  
**เกรต**  
 เมกซ์เวลล์และการใช้ระบบ  
 ออปติกการใช้ระบบ

**หูส่วนนอก**

1. หูส่วนนอก ประกอบด้วยรูหู ช่องหูชั้นนอก (auditory canal) และเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) โดยใบหูจะทำหน้าที่ในการพบเสียง สำหรับใบหูที่ติดกับกระดูกหูชั้นนอกจะทำหน้าที่ในการส่งเสียง ส่วนของรูหูที่ติดกับเยื่อแก้วหู จะทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นกลาง ความยาวของรูหูชั้นนอกจะประมาณ 2.5 เซนติเมตร ในช่องหูชั้นนอก จะมีความถี่ 2,400 - 4,000 Hz แต่ความยาวที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่านี้ จะมีความถี่ประมาณ 4 ช่องหูชั้นนอกจะมี 5 เซนติเมตร ในช่องหูชั้นกลาง จะมีความถี่ 2,000 - 6,000 Hz ช่องหูชั้นกลางจะทำงานร่วมกับเยื่อแก้วหู (eardrum) ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นใน ซึ่งมีความถี่ประมาณ 20,000 เฮิรตซ์ สำหรับหูชั้นในจะทำงานร่วมกับหูชั้นกลาง โดยเยื่อแก้วหูจะส่งเสียงไปยังหูชั้นใน ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นใน

เมื่อคลิกหัวข้อ **หูส่วนกลาง** หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาของ **หูส่วนกลาง** ปรากฏังรูป และเมื่อนำเมาส์วางที่คำศัพท์เกี่ยวกับหูในภาพ ในภาพจะแสดงคำอธิบายหน้าที่ของคำศัพท์เหล่านั้น

**RSU Physics**  
 ภาส.บ.วิชา อ.หญิงชองอาจ

**คลื่น (waves)**  
**เสียง (sound)**  
 ความเร็วเสียง  
 จิตวิทยาเสียง  
 ความถี่และความดัน  
 คุณสมบัติของเสียง  
 ขุนและกลไกการได้ยิน  
 หูส่วนนอก  
 หูส่วนกลาง  
 หูส่วนใน  
 กลไกการได้ยินเสียง  
 ความถี่  
 แอมพลิจูด

**แสง (light)**  
**เกรต**  
 เมกซ์เวลล์และการใช้ระบบ  
 ออปติกการใช้ระบบ

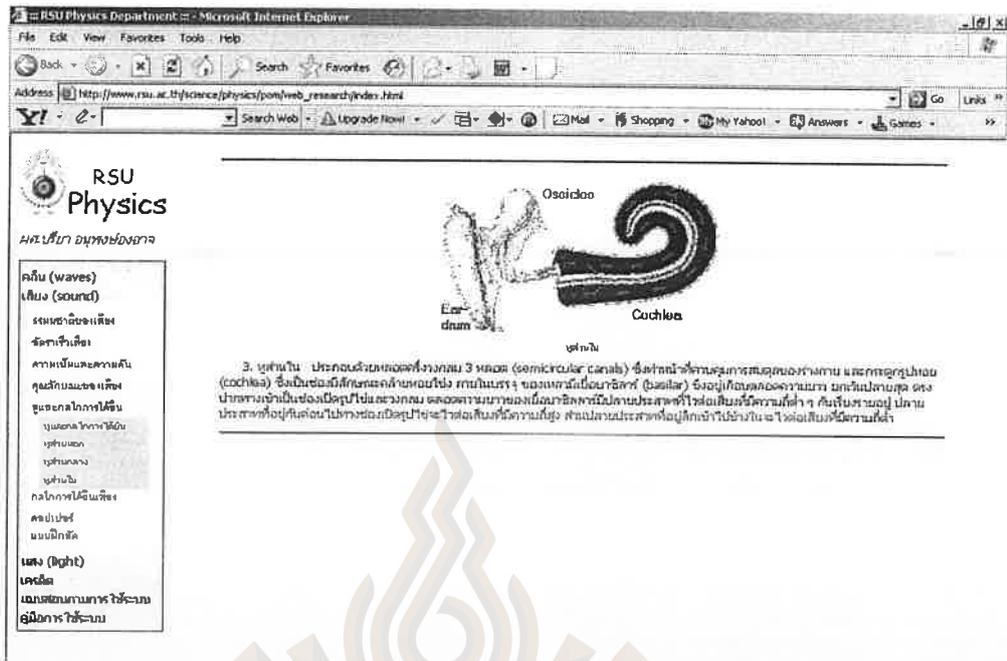
**หูส่วนกลาง**

2. หูส่วนกลาง ทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นใน โดยการเปลี่ยนพลังงานเสียงจากอากาศไปยังของแข็งซึ่งจะเข้าไปเป็นกัมมันตภาพของของเหลว ภายในหูชั้นกลางประกอบด้วย กระดุกสามชิ้น (Ossicles) คือกระดูกค้อน (malleus) กระดูกทั่ง (incus) และกระดูกตุ้ม (stapes) ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นใน หูส่วนกลางจะติดต่อกับหูชั้นในโดยกระดูกค้อน (malleus) และกระดูกทั่ง (incus) และกระดูกตุ้ม (stapes) ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นใน หูส่วนกลางจะติดต่อกับหูชั้นในโดยกระดูกค้อน (malleus) และกระดูกทั่ง (incus) และกระดูกตุ้ม (stapes) ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งเสียงไปยังหูชั้นใน

**คำศัพท์เรียก ส่วนต่าง ๆ ของหู**

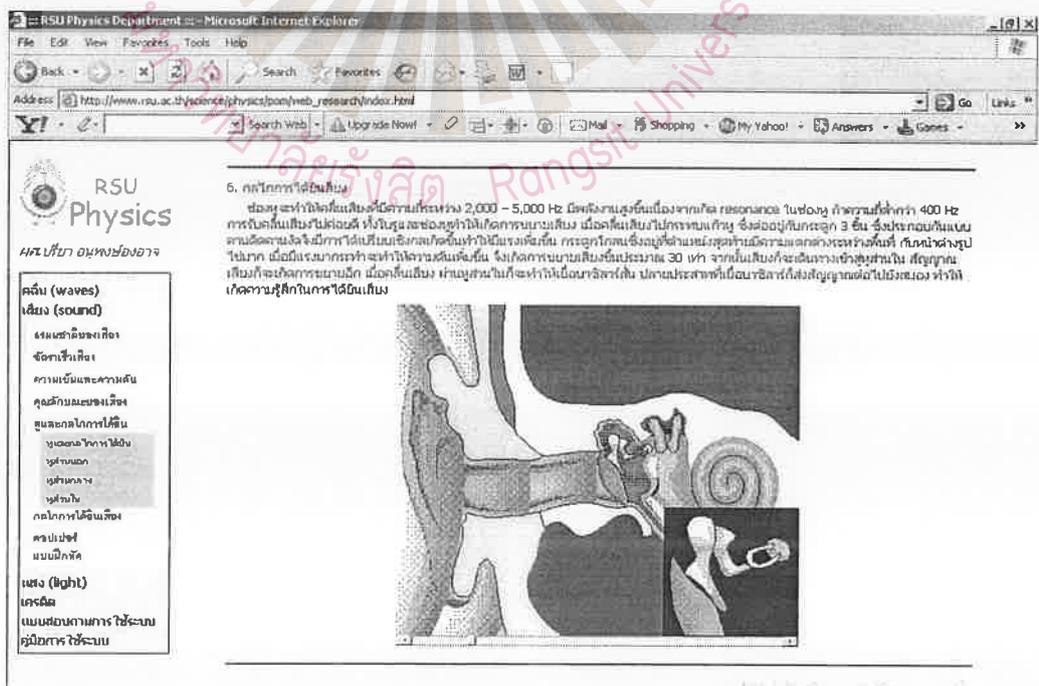
**คลิกปุ่ม + เพื่อแสดง ภาพขยาย**

เมื่อคลิกหัวข้อ **หูส่วนใน** ในหน้าจอบางขวามือจะแสดงเนื้อหาของหูส่วนใน ปรากฏดังรูป



กลไกการได้ยินเสียง

เมื่อคลิกหัวข้อ **กลไกการได้ยินเสียง** ในหน้าจอบางขวามือจะแสดงเนื้อหา กลไกการได้ยินเสียง ปรากฏดังรูป



## ดอปเปลอร์

เมื่อคลิกหัวข้อ ดอปเปลอร์ จะปรากฏหัวข้อย่อย คือ ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ กรณีที่ 1 , กรณีที่ 2 ,สรุปโดยสามารถเลือกหัวข้อโดยการนำเมาส์ไปคลิกในหัวข้อที่ต้องการ

- ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

เมื่อคลิกหัวข้อ ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ ปรากฏดังรูป

7. ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

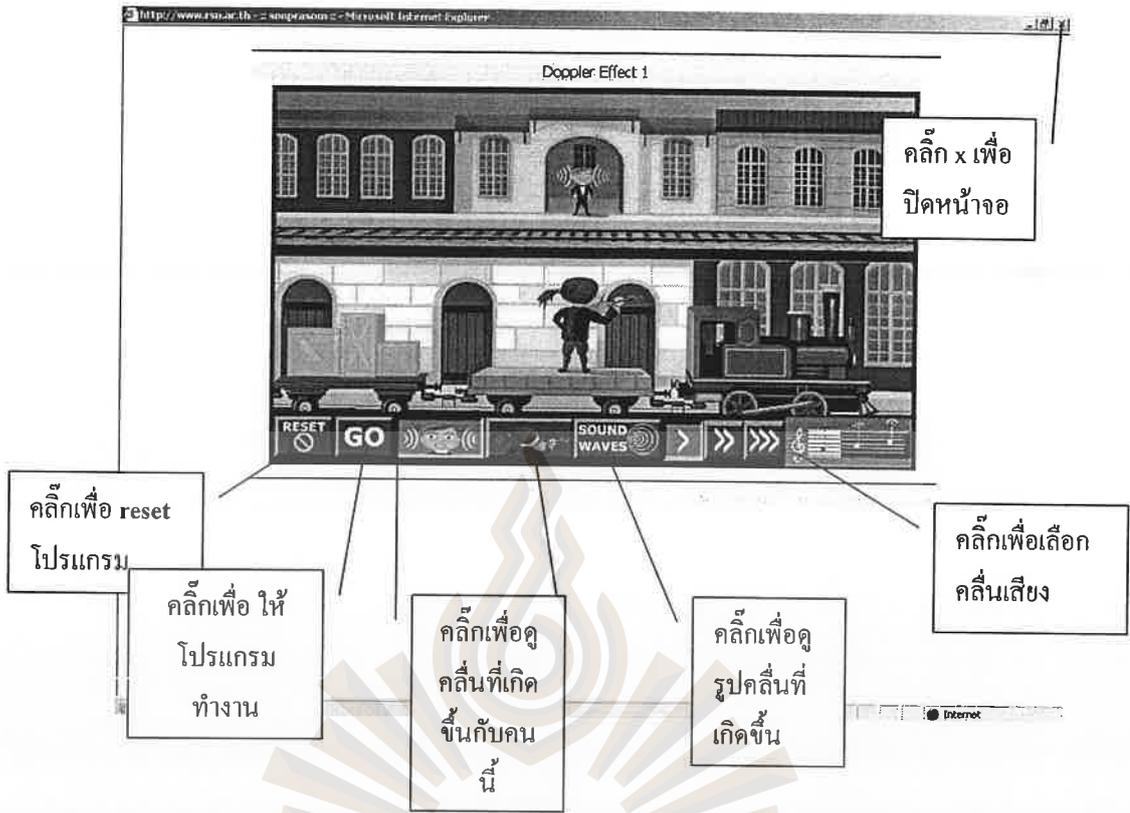
ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ (Doppler Effect) เป็นปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกต (observer) "ได้ยินเสียงความถี่เปลี่ยนแปลง" เมื่อเสียง (source) ไม่อยู่นิ่ง โดยปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้เนื่องจาก ผู้สังเกตเคลื่อนที่ หรือแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ หรือทั้งผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่

$v$	แทนอัตราเร็วของเสียง (m/s)
$f_s$	แทนความถี่เสียงจากแหล่งกำเนิด (Hz)
$f_o$	แทนความถี่เสียงที่ผู้สังเกตได้รับ (Hz)
$\lambda$	แทนความยาวคลื่นเสียง (m)
$v_o$	แทนอัตราเร็วของผู้สังเกตที่เคลื่อนที่ (m/s)
$v_s$	แทนอัตราเร็วของแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ (m/s)

animation 1    animation 2

คลิกที่ปุ่มนี้เมื่อต้องการดู animation 1 และ 2

ภาพ Animation 1

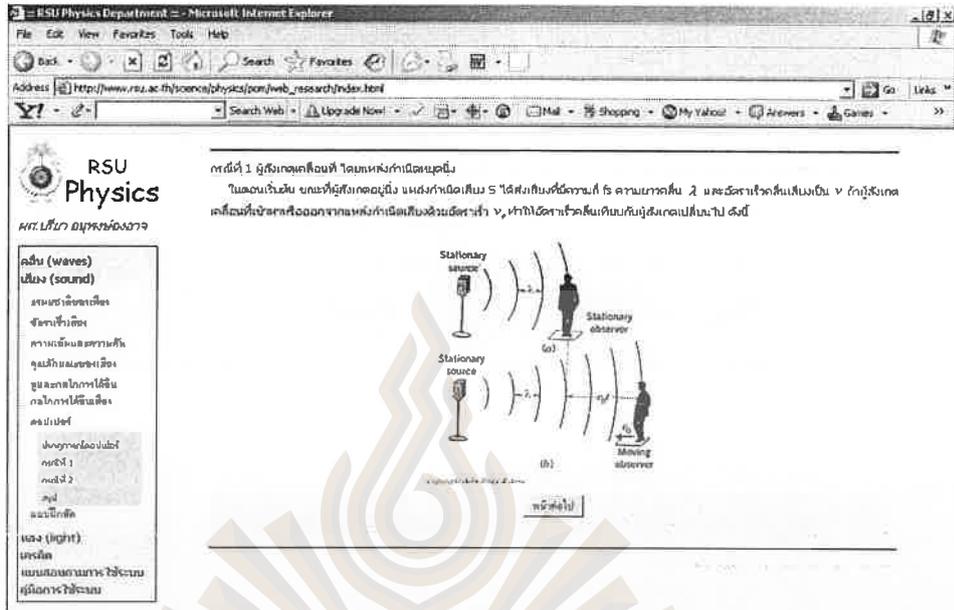


ภาพ Animation 2



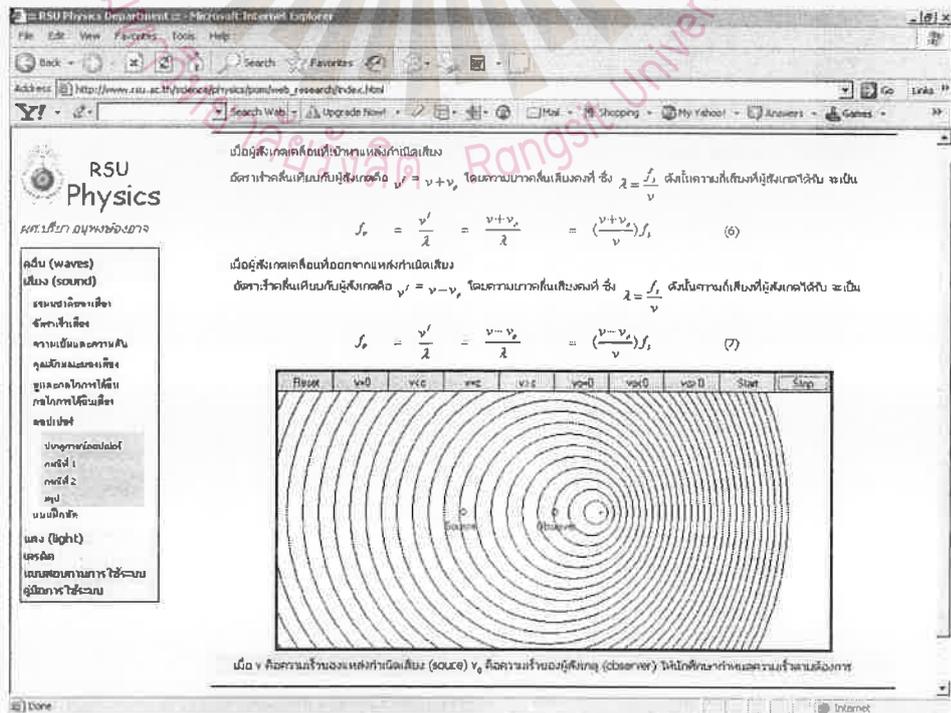
• กรณีที่ 1

เมื่อคลิกหัวข้อ กรณีที่ 1 ผู้สังเกตเคลื่อนที่ โดยแหล่งกำเนิดหยุดนิ่ง หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาปรากฏดังรูป

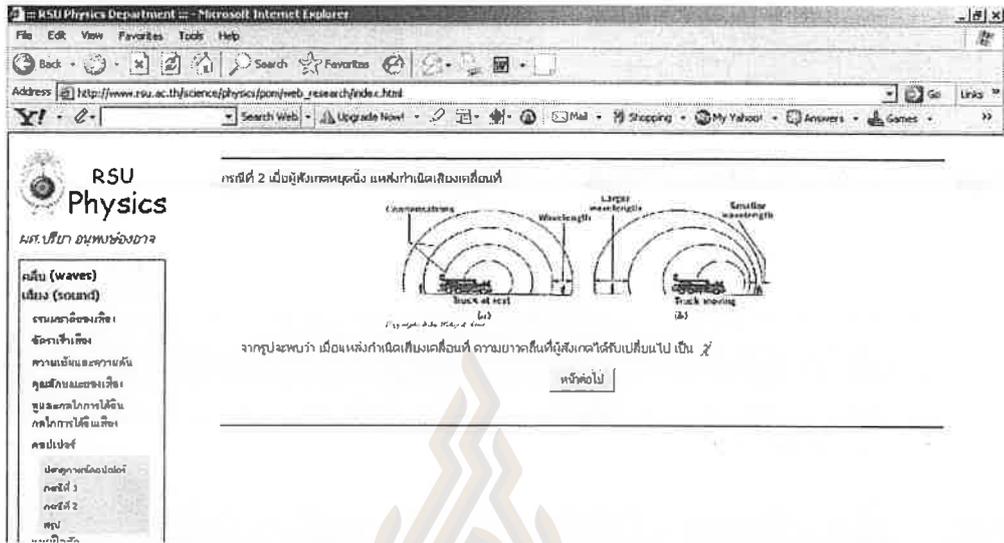


เมื่อคลิกปุ่ม หน้าต่อไป

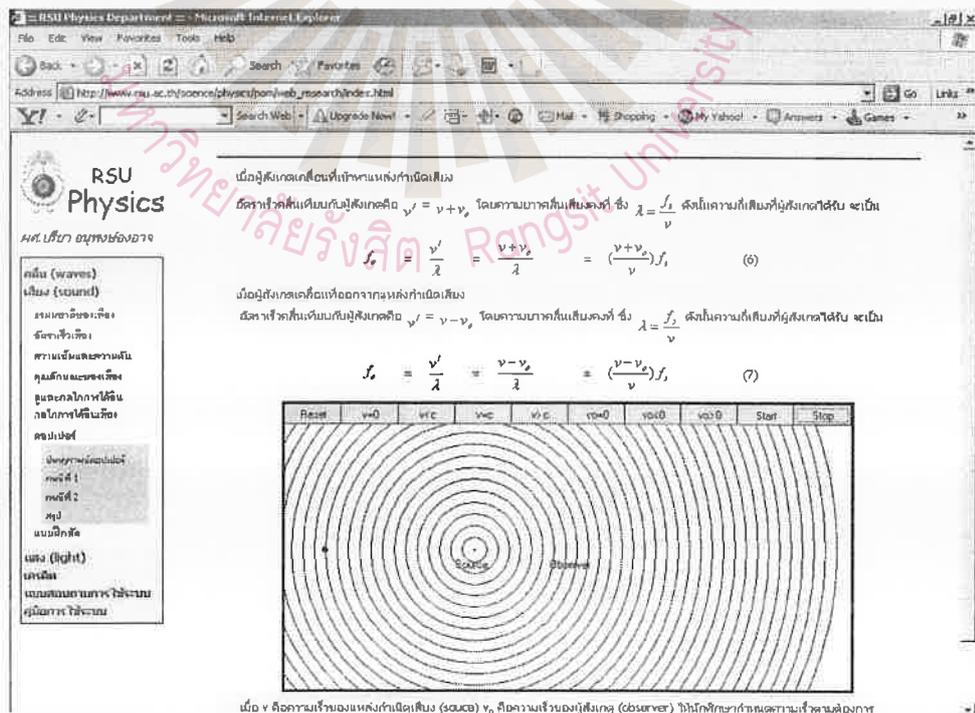
จะปรากฏหน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาต่อจากเดิม และมีภาพแสดงคลื่น โดยมีปุ่มบังคับอยู่ด้านบนภาพ ดังรูป



เมื่อคลิกหัวข้อ กรณีสี่ที่ 2 เมื่อผู้สังเกตหยุดนิ่ง แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหา ปราบกฏดังรูป

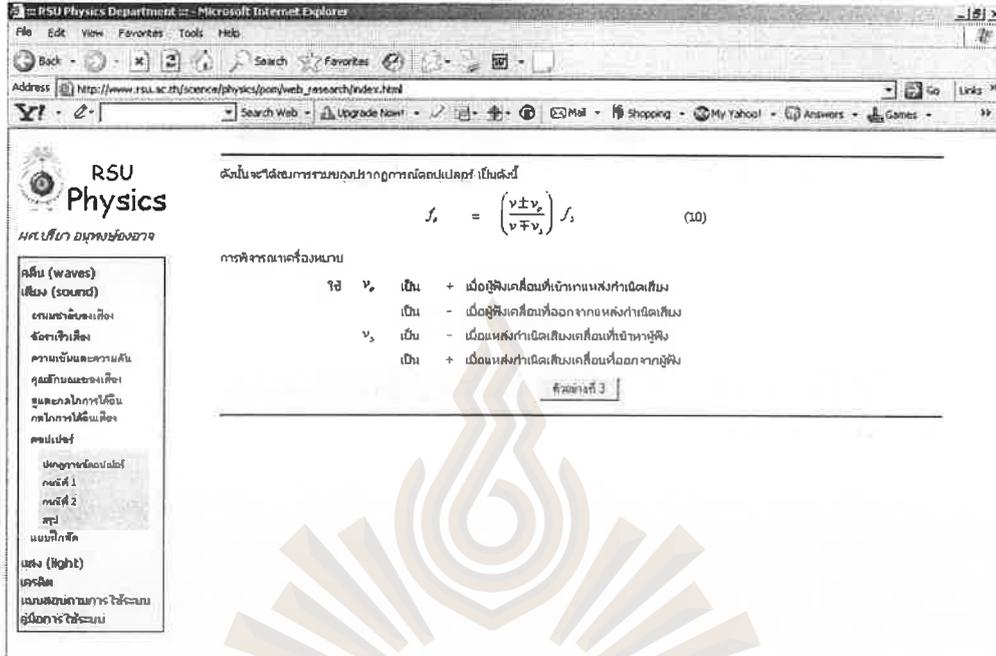


เมื่อคลิกปุ่ม หน้าต่อไป จะปรากฏหน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาต่อจากเดิม และมีภาพแสดงคลื่น โดยมีปุ่มบังคับกับอยู่ด้านบนภาพ ดังรูป

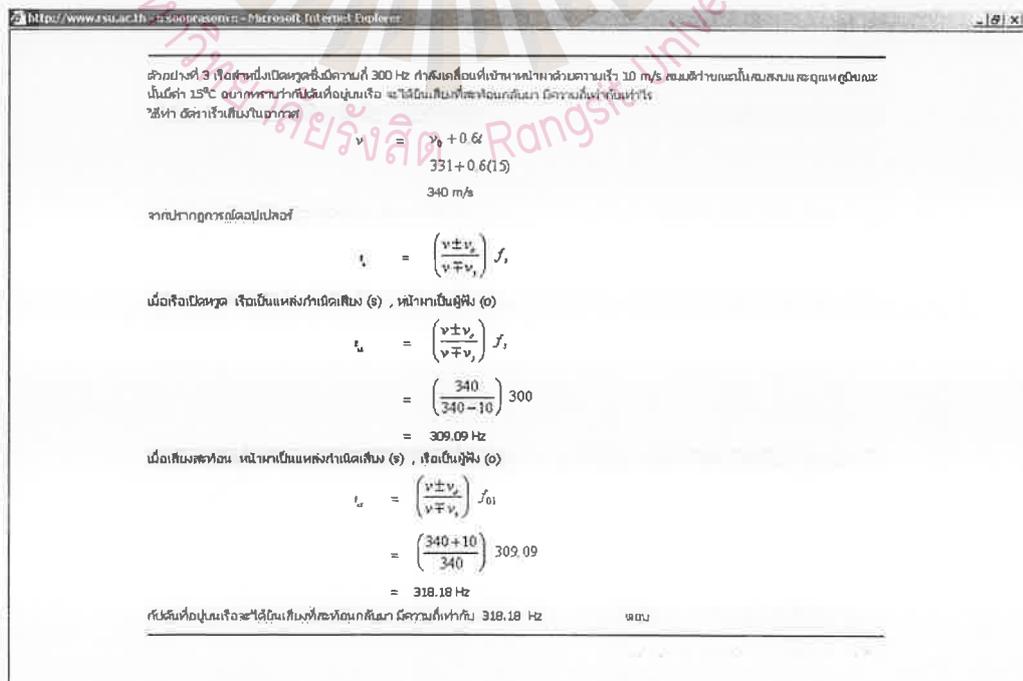


• สรุป

เมื่อคลิกหัวข้อ สรุป หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ปรากฏดังนี้รูป



เมื่อคลิกปุ่ม ตัวอย่างที่ 3 จะปรากฏหน้าจอใหม่แสดงตัวอย่างที่ 3 การคำนวณ เรื่องเสียงดังรูป



แบบฝึกหัด

เมื่อคลิกที่หัวข้อ แบบฝึกหัด หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

คลิกปุ่มนี้เมื่อต้องการใช้เครื่องคำนวณ

RSU Physics

แบบฝึกหัด

1. อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 30 °C จะช้าหรือเร็วกว่าอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 10°C อย่างไร? กำหนดให้ที่อุณหภูมิ 0 °C เสียงมีอัตราเร็ว 331 m/s

ก. เร็วกว่า 12 m/s      ข. ช้ากว่า 12 m/s  
 ค. เร็วกว่า 15 m/s      ง. ช้ากว่า 15 m/s  
 จ. ความเร็วเท่ากัน

2. เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราเร็วของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ถี่ 300 Hz กับแหล่งกำเนิดเสียงที่ถี่ 600 Hz ในตัวกลางเดียวกัน อัตราเร็วของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ถี่ต่ำจะแตกต่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ 2 เท่าหรือไม่?

ก. มากกว่าสองเท่า      ข. เท่าเท่ากัน  
 ค. มากกว่าสี่เท่า      ง. มากกว่าห้าเท่า  
 จ. ไม่มีข้อมูล

3. หน้าต่างที่มีพื้นที่ 1 m<sup>2</sup> มีต่อมดูดซับ ความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดกำลังมีค่า 10<sup>-4</sup> Watt/m<sup>2</sup> จะเท่ากับพลังงานเสียง

ก. 10<sup>-3</sup> W      ข. 10<sup>-4</sup> W  
 ค. 10<sup>-5</sup> W      ง. 10<sup>-6</sup> W  
 จ. ...

แบบฝึกหัดชุดนี้มี 17 ข้อ โดยนักศึกษาสามารถลองทำเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้ศึกษามา โดยการคลิกที่ตัวเลขของคำตอบที่ถูกที่สุด และนักศึกษาเช็คคะแนนที่ทำโดยการคลิกที่ปุ่ม grade quiz ซึ่งผลที่ได้จะแสดงในช่องใต้ปุ่ม grade quiz

RSU Physics

15. คลื่นเสียงในน้ำที่ความถี่ 2 จังหวะใน 40 cm เมื่อวัดค่าในตัวกลางที่ 512 Hz ความเร็วของเสียงในตัวกลางที่เป็นตัวนำ

ก. 204.8 m/s      ข. 256.0 m/s  
 ค. 409.6 m/s      ง. 512.0 m/s  
 จ. 530.0 m/s

16. จงหาผลในค่าความเข้มเสียงที่วัดความเข้มเป็น 10<sup>-9</sup> W/m<sup>2</sup>

ก. 30 dB      ข. 90 dB  
 ค. 120 dB      ง. 180 dB  
 จ. 210 dB

17. จะต้องมีพลังงานกี่วัตต์เป็นกำลังในเสียงซึ่งมีความถี่ 1,000 Hz แต่ก่อนที่เข้าหาหูจึงต้องอยู่ในตัวนำอัตราเร็วเท่าไร จะระงับได้ดังเงื่อนไขเป็นความถี่ซึ่งมีค่าความถี่ 10% กำหนด อัตราเร็วของเสียงในตัวนำเป็น 330 m/s

ก. 10.0 m/s      ข. 27.3 m/s  
 ค. 30.3 m/s      ง. 330.0 m/s  
 จ. 630.0 m/s

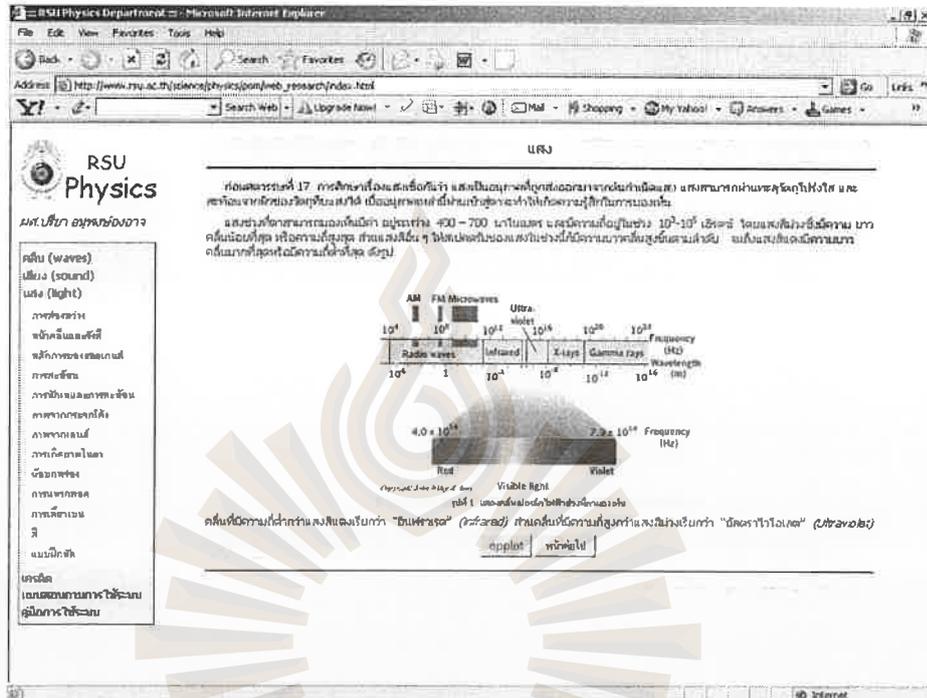
grade quiz

จำนวนข้อที่ทำถูก :      คำตอบเป็น :      % : Grade ที่ได้ :

● แสง (light)

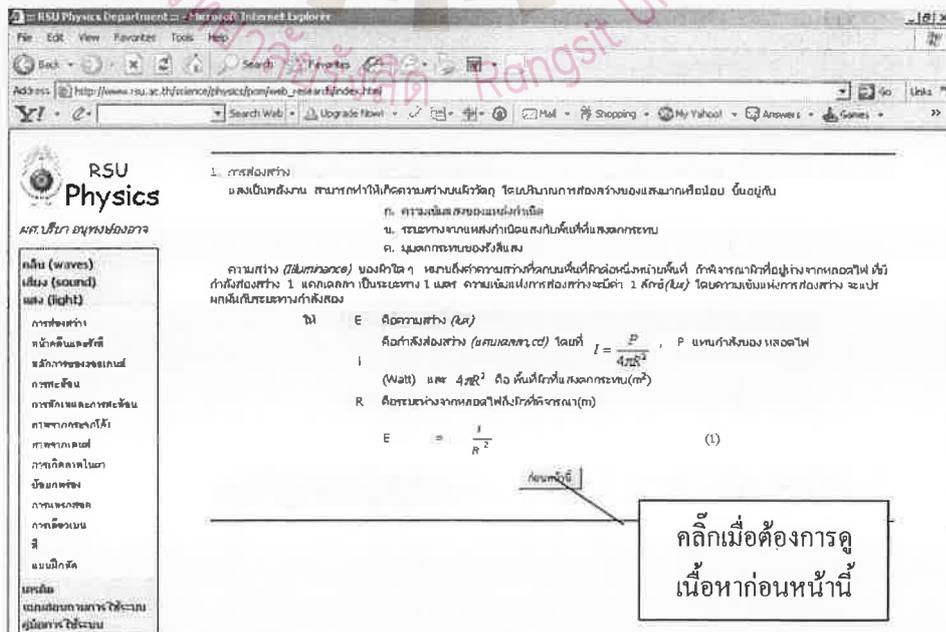
การส่องสว่าง

เมื่อคลิกหัวข้อ การส่องสว่าง หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาของเรื่องแสงและการส่องสว่าง ปรากฏดังรูป



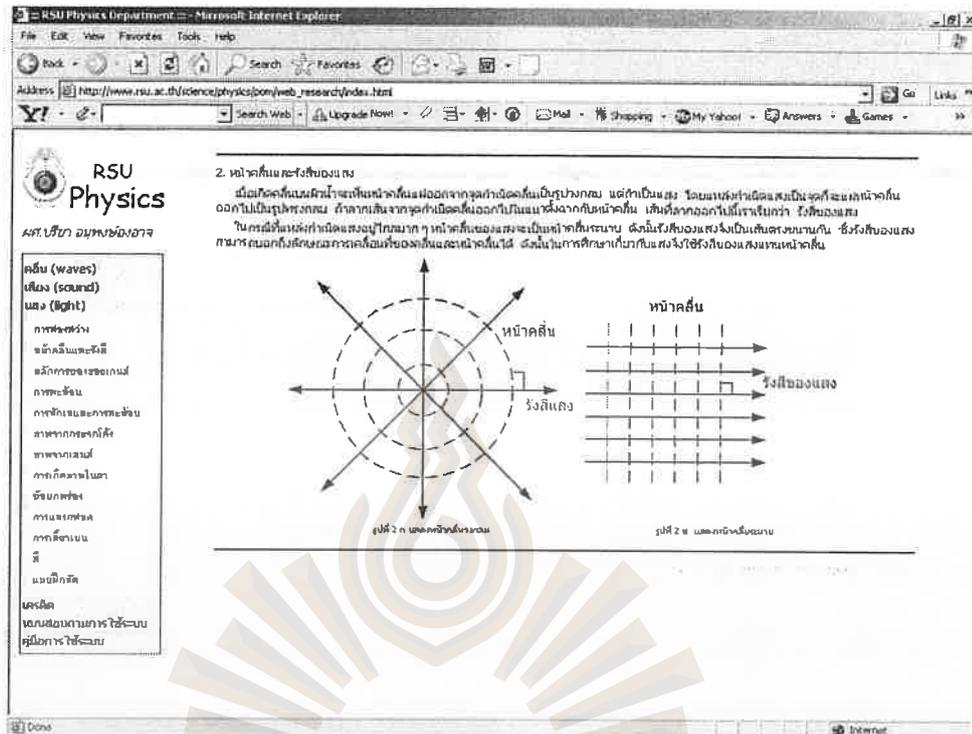
เมื่อคลิกปุ่ม **หน้าต่อไป**

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป



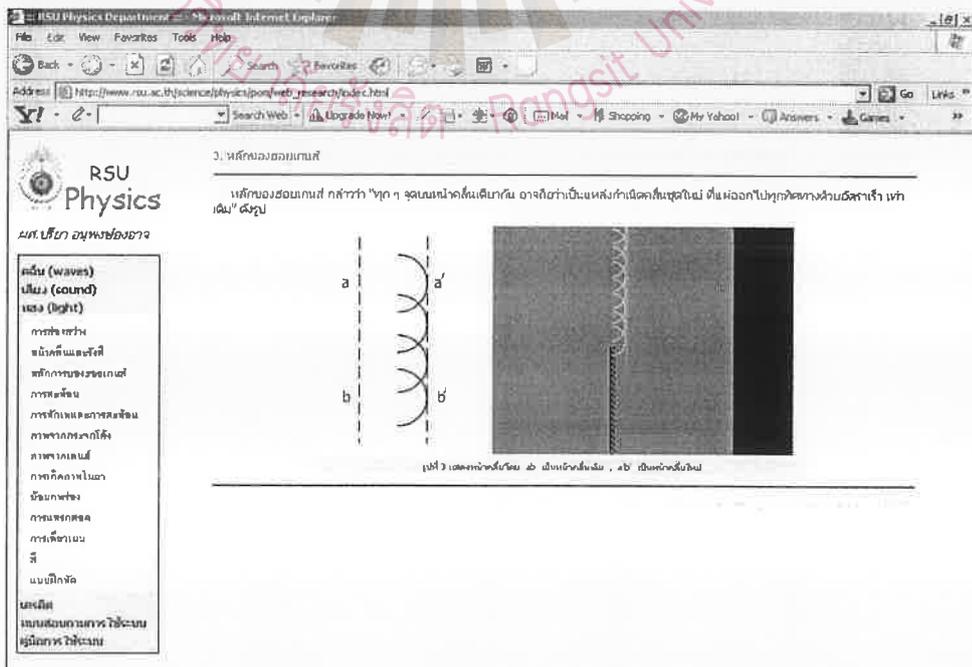
หน้าคลื่นและรังสีของแสง

เมื่อคลิกหัวข้อหน้าคลื่นและรังสีของแสง หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาปรากฏ ดังรูป



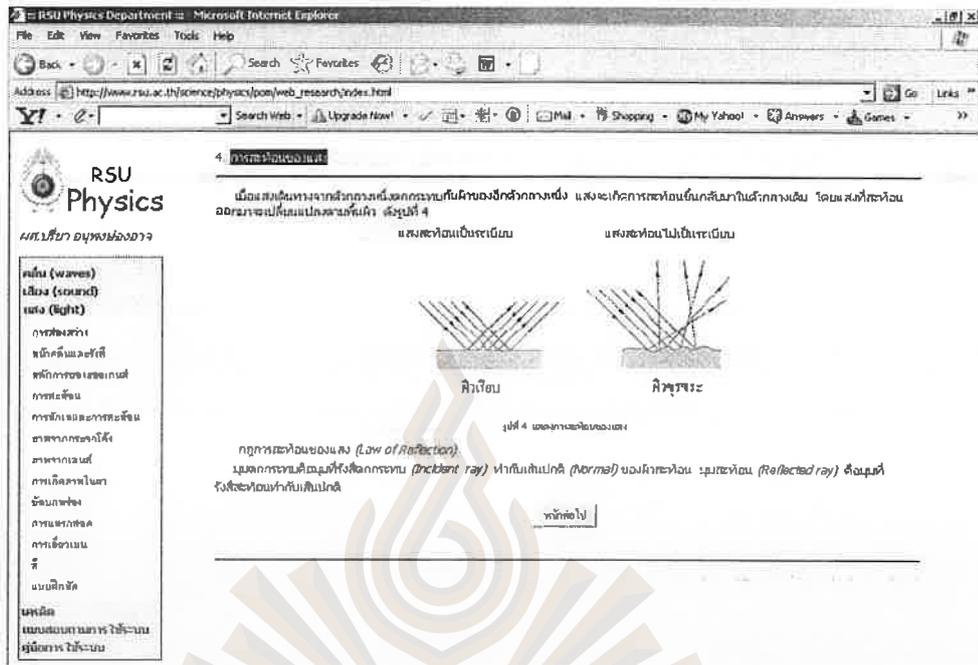
หลักของฮอยเกนส์

เมื่อคลิกหัวข้อ หลักการของฮอยเกนส์ หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาปรากฏ ดังรูป



การสะท้อนของแสง

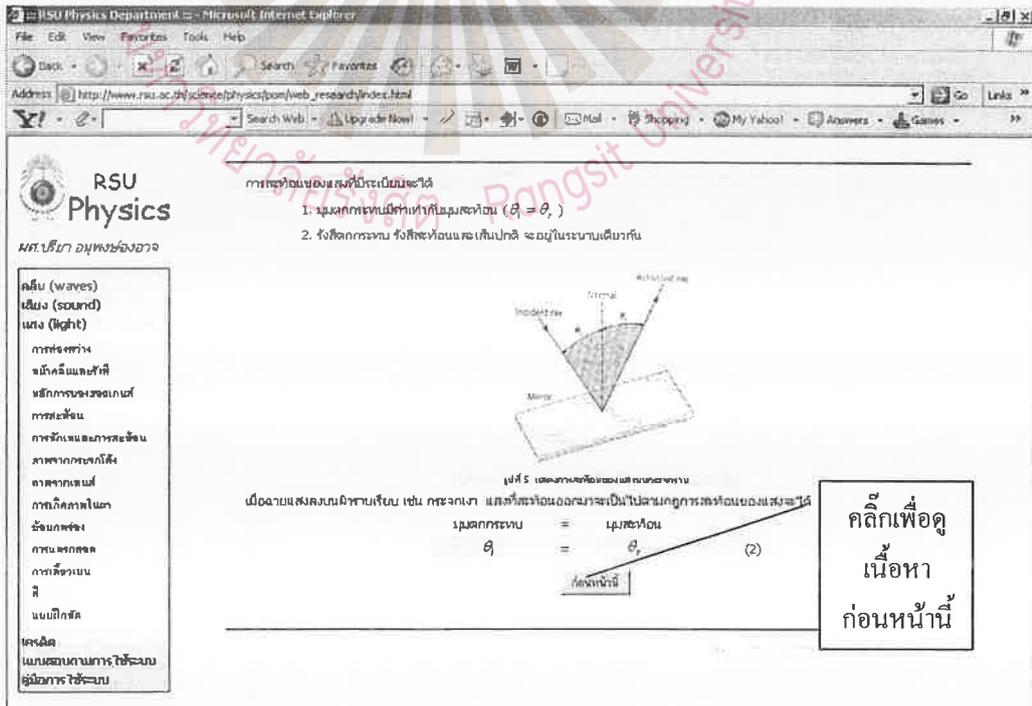
เมื่อคลิกหัวข้อ การสะท้อนของแสง หน้าจอทางขวามือจะแสดงเนื้อหาปรากฏ ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป



คลิกเพื่อดู  
เนื้อหา  
ก่อนหน้านี

**การหักเหและการสะท้อน**

เมื่อคลิกหัวข้อ การหักเหและการสะท้อน จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ อัตราเร็วแสง การหักเห การสะท้อนกลับหมด

- อัตราเร็วแสง

เมื่อคลิกที่หัวข้อ อัตราเร็วแสง หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป

The screenshot shows a web browser window displaying the RSU Physics Department website. The page title is "5. การหักเหและการสะท้อนกลับหมด" (5. Refraction and Total Internal Reflection). The main content includes a section "5.1 อัตราเร็วแสงในตัวกลางใด ๆ" (5.1 Speed of light in any medium) with a paragraph explaining that light travels at  $3 \times 10^8$  m/s in a vacuum and slower in other media. It defines  $c$  as the speed of light in a vacuum and  $v$  as the speed of light in a medium. Two equations are shown:  $n = \frac{c}{v}$  (3) and  $v = \frac{c}{n}$  (4). Below these, it lists refractive indices for various materials:

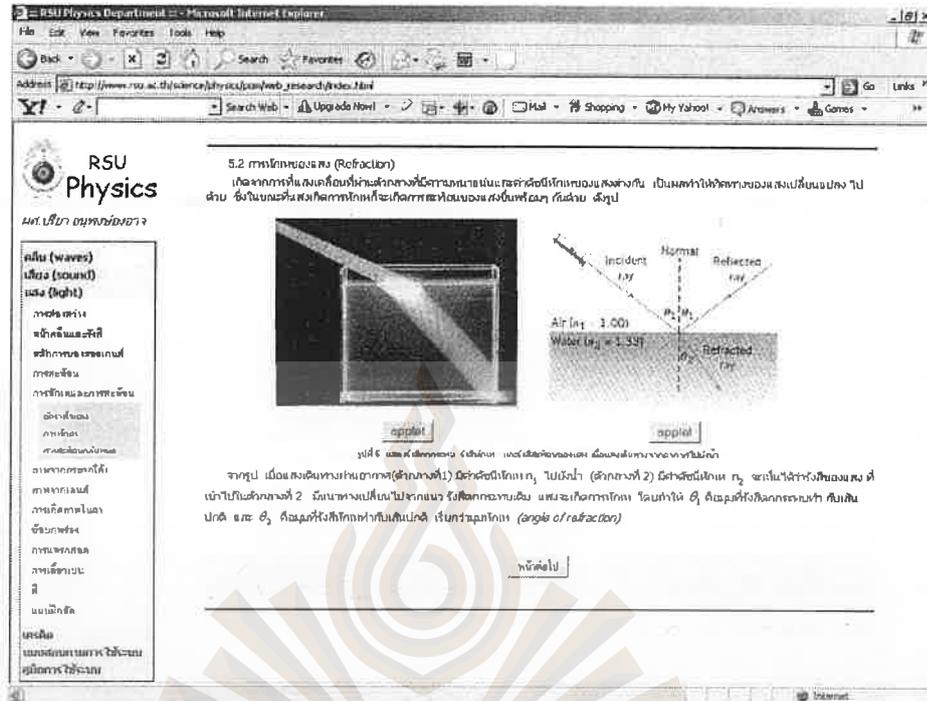
ตัวกลาง (Medium)	ดัชนีหักเห (Refractive Index)
สุญญากาศ (Vacuum)	1.000000
อากาศ (Air)	1.000293
น้ำ (Water)	1.3330
เบญจรงค์ (Glass)	1.5012
คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide)	1.6276
เพชร (Diamond)	2.417
น้ำแข็ง (Ice)	1.309

On the left side of the page, there is a navigation menu with the following items: คลื่น (waves), เสียง (sound), แสง (light), การสะท้อน (Reflection), การหักเห (Refraction), การเลี้ยวเบน (Diffraction), การแทรกสอด (Interference), การเลี้ยวเบนของแสง (Diffraction of light), การเลี้ยวเบนของเสียง (Diffraction of sound), การเลี้ยวเบนของอนุภาค (Diffraction of particles), การเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน (Diffraction of electrons), การเลี้ยวเบนของนิวตรอน (Diffraction of neutrons), การเลี้ยวเบนของโปรตอน (Diffraction of protons), การเลี้ยวเบนของนิวเคลียส (Diffraction of nuclei), การเลี้ยวเบนของอะตอม (Diffraction of atoms), การเลี้ยวเบนของโมเลกุล (Diffraction of molecules), การเลี้ยวเบนของไอออน (Diffraction of ions), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีประจุ (Diffraction of charged particles), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีมวล (Diffraction of massive particles), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีสปิน (Diffraction of particles with spin), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีประจุและมีมวล (Diffraction of charged and massive particles), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีประจุและมีสปิน (Diffraction of charged and spinning particles), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีมวลและมีสปิน (Diffraction of massive and spinning particles), การเลี้ยวเบนของอนุภาคที่มีประจุและมีมวลและมีสปิน (Diffraction of charged, massive, and spinning particles).



● การหักเห

เมื่อคลิกที่หัวข้อ การหักเห หน้าจอทางขวามือจะปรากฏดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม **applet** จะปรากฏหน้าจอ โดยมีคำอธิบายอยู่ได้ภาพ ดังรูป

เลือก scroll bar เพื่อเปลี่ยนค่ามุมตกกระทบ

เลือก scroll bar เพื่อปรับความเร็วคลื่น

เลือก scroll bar เพื่อเลือกค่าดัชนีหักเหที่ต้องการ

เลื่อน scroll bar เพื่อขยายลำแสง

คลิกเพื่อใช้บังคับให้ภาพเคลื่อนไหวตามต้องการ

เมื่อคลิกปุ่ม **applet** จะปรากฏหน้าจอ โดยมีคำอธิบายอยู่ได้ภาพ ดังรูป

**Refraction (การหักเหของแสง)**

เลื่อน scroll bar เพื่อเปลี่ยนค่าดัชนีหักเหตามต้องการ

ปรับความกว้างของเส้นรังสี

คลิกเพื่อต้องการดูอนุภาคในลำแสง

คลิกเพื่อต้องการดูหน้าคลื่นในลำแสง

คลิกเพื่อใช้บังคับให้ภาพเคลื่อนไหวตามต้องการ

เมื่อคลิกปุ่ม **หน้าต่อไป** หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป

RSU Physics Department

จากกฎของสเนลล์จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ ( $\theta_1$ ) และมุมหักเห ( $\theta_2$ ) และสำหรับมุมหักเหในทิศทางตั้งของ  $n_1$  และ  $n_2$  ดังนี้

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (5)$$

โดย แสงเดินทางจากตัวกลางที่ได้ดัชนีหักเหต่ำกว่าไปในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหสูงกว่า และแสงที่หักเหจะเบี่ยงออกจากเส้นปกติ และมุมหักเหจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหต่ำกว่าไปในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหสูงกว่าจะมากกว่ามุมตกกระทบเสมอ

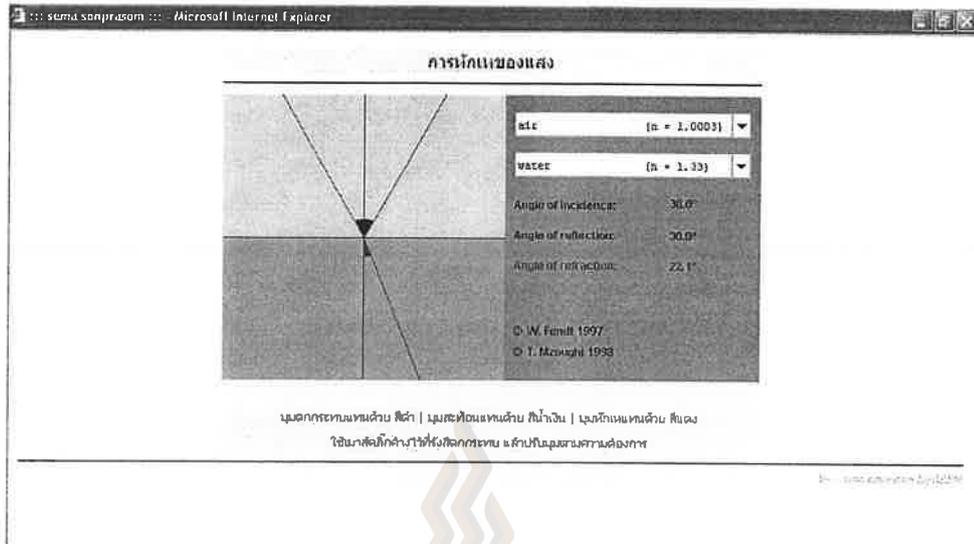
เส้นปกติ

เส้นปกติ

applet

คลิกเพื่อดูเนื้อหาหน้านี้

เมื่อคลิกปุ่ม **applet** จะปรากฏหน้าจอ โดยมีคำอธิบายอยู่ใต้ภาพ ดังรูป



**วิธีศึกษา** ใช้เมาส์คลิกค้างไว้ที่รังสีตกกระทบ แล้วปรับมุมตามความต้องการ

เมื่อคลิกปุ่ม **ตัวอย่างที่ 1** จะปรากฏหน้าจอแสดงตัวอย่างการคำนวณเรื่องการหักเห ดังรูป

ตัวอย่างที่ 1 แสงตกกระทบที่ผิวรอยต่อระหว่างน้ำกับแผ่นแก้วด้วยมุมตกกระทบ  $60^\circ$  ค่าดัชนีหักเหของน้ำ = 1.33 และ ดัชนีหักเหของแก้ว = 1.52 จงหามุมหักเหในแก้ว

วิธีทำ จากกฎของสเนลล์  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

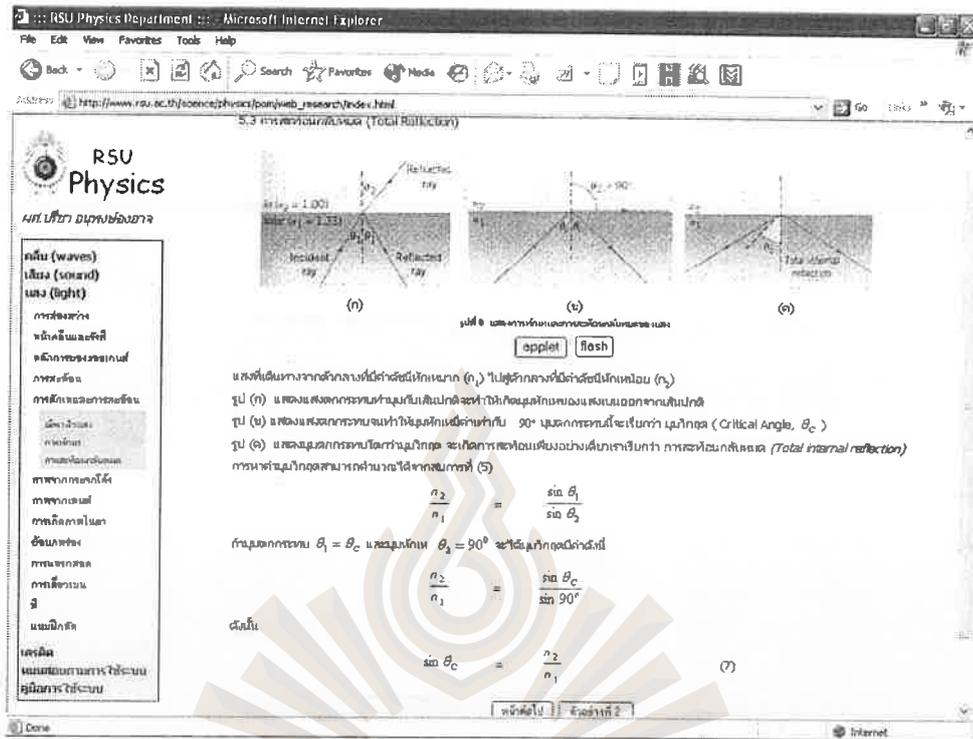
$n_1 = 1.33$  ;  $n_2 = 1.52$  ;  $\theta_1 = 60^\circ$  จะได้

$$(1.33) \sin 60^\circ = (1.52) \sin \theta_2$$

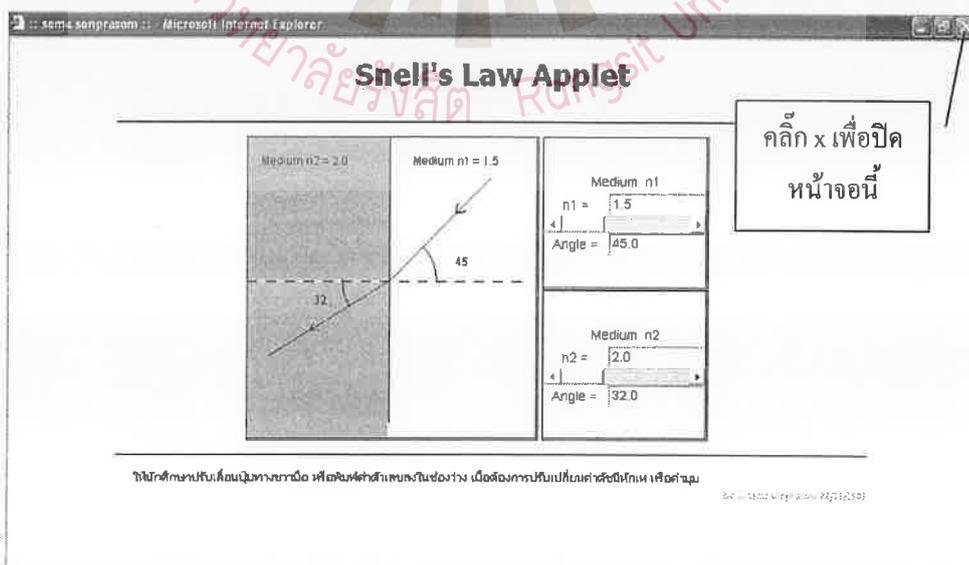
$$\sin \theta_2 = \frac{(1.33) \sin 60^\circ}{1.52} = 0.758$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}(0.758) = 49.3^\circ \text{ ตอบ}$$

- การสะท้อนกลับหมด
- เมื่อคลิกที่หัวข้อ การสะท้อนกลับหมด หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม **applet** จะปรากฏหน้าจอ แสดงกฎของสเนลล์ในเรื่องการหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมด นักศึกษาสามารถปรับเลื่อนปุ่มทางขวามือ หรือพิมพ์ค่าตัวเลขลงในช่องว่าง เมื่อต้องการปรับเปลี่ยนค่าดัชนีหักเห หรือค่ามุม ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

flash

จะปรากฏหน้าจอแสดงรังสีของแสงเดินทางจาก อากาศ ไปยังแก้ว ดังรูป

Reflection and Refraction - Microsoft Internet Explorer

**Reflection and Refraction: Air to Glass**  
 Angles are in degrees. Values are rounded to the nearest degree. Ray intensities are as shown.  
 Copyright © 2004 David M. Harrison

เลื่อน scroll bar เพื่อเลือกค่ามุมที่ต้องการ

เลื่อน scroll bar เพื่อเลือกค่าดัชนีหักเหที่ต้องการ

คลิก x เพื่อต้องการปิดหน้าจอนี้

คลิกเพื่อไปดูหน้าต่อไป

Angle of Incidence  $\theta$

$n = 1.00$

Set Index of Refraction of the Glass

$n = 1.5$

Angle of Refraction  $\theta_r$

Next Scene:

ภาพแสดงรังสีของแสงเดินทางจาก แก้ว ไปยังอากาศ

Reflection and Refraction - Microsoft Internet Explorer

**Reflection and Refraction: Glass to Air**

Angle of Refraction  $\theta_r$

Angle of Incidence  $\theta$

$n = 1.00$

Set Index of Refraction of the Glass

$n = 1.5$

Previous Scene:

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



## ภาพจากกระจกโค้ง

เมื่อคลิกหัวข้อ ภาพจากกระจกโค้ง จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ ส่วนสำคัญของกระจก ภาพจากการสะท้อน ภาพจากกระจกเว้า ภาพจากกระจกนูน ตำแหน่งภาพ กำลังขยาย

- ส่วนสำคัญของกระจก

เมื่อคลิกหัวข้อ ส่วนสำคัญของกระจก หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

6. กระจกนูนและเว้า

6.1 ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของกระจกเว้าโค้ง  
กระจกเว้าโค้ง แบ่งเป็น 2 แบบคือ 1. ใต้กระจกเว้า (Concave mirror) และกระจกนูน (Convex mirror)  
กระจกเว้า หมายถึงกระจกที่มีจุดศูนย์กลางความโค้งอยู่ด้านหลังของกระจก  
กระจกนูน หมายถึงกระจกที่มีจุดศูนย์กลางความโค้งอยู่ด้านหน้ากระจก  
ภาพที่เกิดจากกระจกทั้งสองนี้เกิดจากการสะท้อนของแสง กระจกทั้งสองชนิดมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

รูปที่ 11 a กระจกเว้า

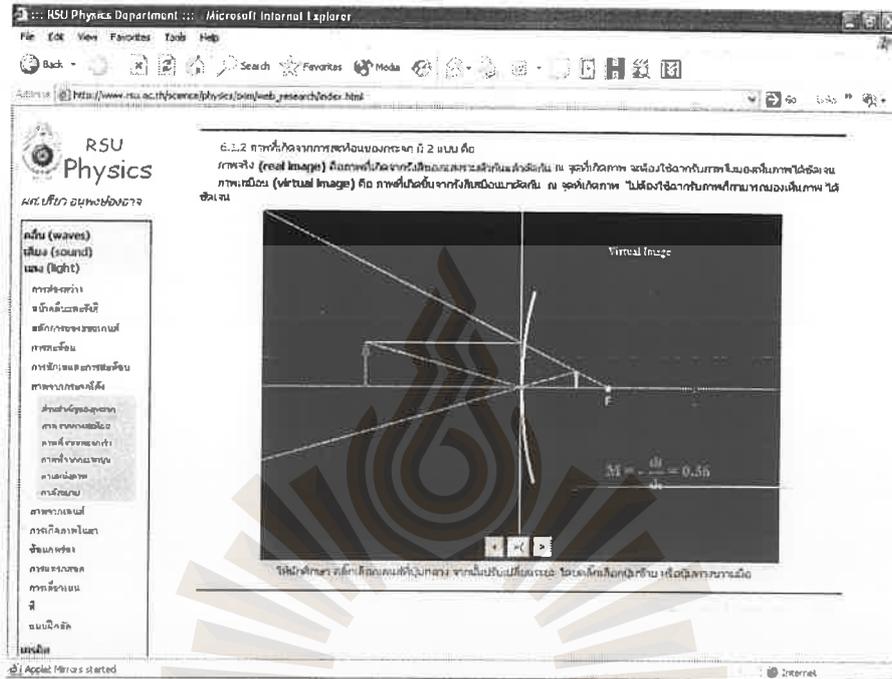
รูปที่ 11 b กระจกนูน

6.1.1 ส่วนสำคัญของกระจก

1. จุด C เป็นจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก (Center of Curvature) ระยะจากจุด C ถึงกระจกเป็นกึ่งรัศมีของกระจก (Radius of Curvature) แทนด้วย R
2. แกนแนวสำคัญ (Principal Axis) คือ เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งทั้งสอง
3. F เป็นจุดโฟกัส (Focus) สำหรับกระจกเว้าที่เกิดจากการสะท้อนของกระจก ระยะจากจุด F ถึงกระจก เรียกว่าความยาวโฟกัส (focal length) ของกระจก แทนด้วย f

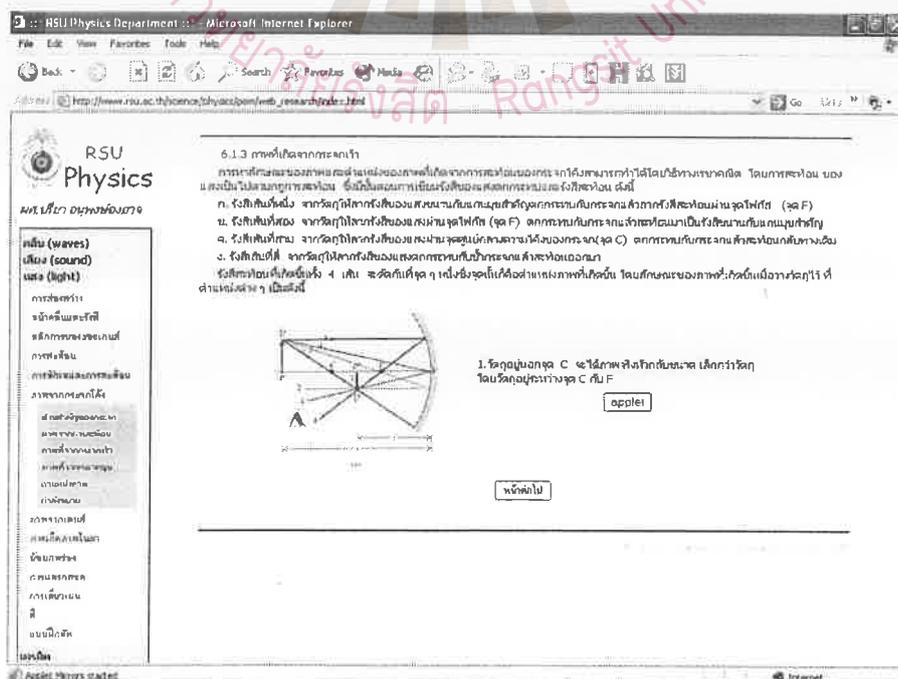
● ภาพจากการสะท้อน

เมื่อคลิกหัวข้อ ภาพจากการสะท้อน หน้าจอทางขวามือจะปรากฏ จะมีภาพซึ่งเป็นแบบ interactive นักศึกษาสามารถนำเมาส์เพื่อเลือกเลนส์ที่ปุ่มกลาง จากนั้นปรับเปลี่ยนระยะ โดยคลิกเลือก ปุ่มซ้าย หรือปุ่มทางขวามือ ดังรูป



● ภาพจากการหักเห

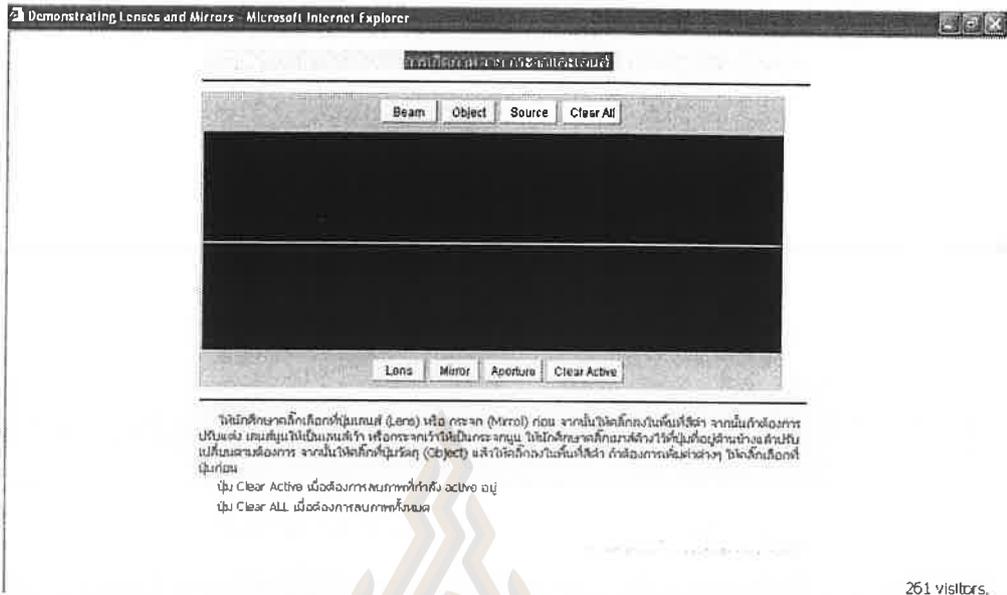
เมื่อคลิกหัวข้อ ภาพจากการหักเห หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

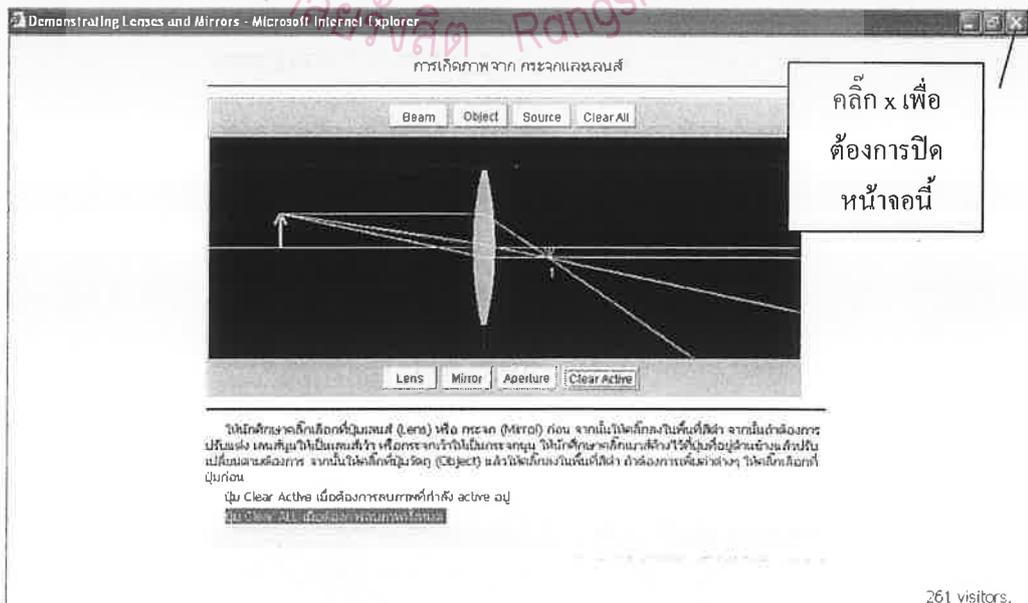
applet

จะปรากฏหน้าจอ แสดงการเกิดภาพจาก กระจกและเลนส์



จากภาพให้นักศึกษาลูกเลือกที่ปุ่มเลนส์ (Lens) หรือ กระจก (Mirror) ก่อน จากนั้นให้คลิกลงในพื้นที่สีดำ จากนั้นถ้าต้องการปรับแต่ง เลนส์นั้นให้เป็นเลนส์เว้า หรือกระจกเว้าให้เป็นกระจกนูน ให้นักศึกษาลูกเลือกเมาส์ค้างไว้ที่ปุ่มที่อยู่ด้านข้างแล้วปรับ เปลี่ยนตามต้องการ จากนั้นให้คลิกที่ปุ่มวัตถุ (Object) แล้วให้คลิกลงในพื้นที่สีดำ ถ้าต้องการเพิ่มค่าต่างๆ ให้คลิกเลือกที่ปุ่มก่อนและคลิกที่พื้นที่สีดำอีกครั้งหนึ่ง จะปรากฏค่าต่าง ๆ ตามต้องการ

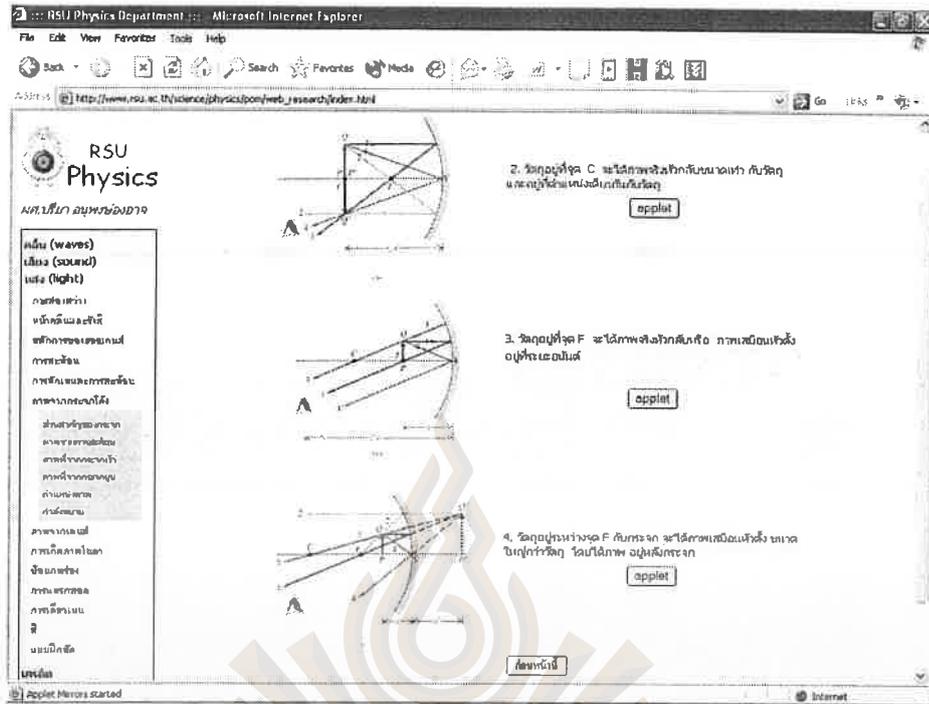
- ปุ่ม Clear Active เมื่อต้องการลบภาพที่กำลัง active อยู่
- ปุ่ม Clear ALL เมื่อต้องการลบภาพทั้งหมด



เมื่อคลิกปุ่ม

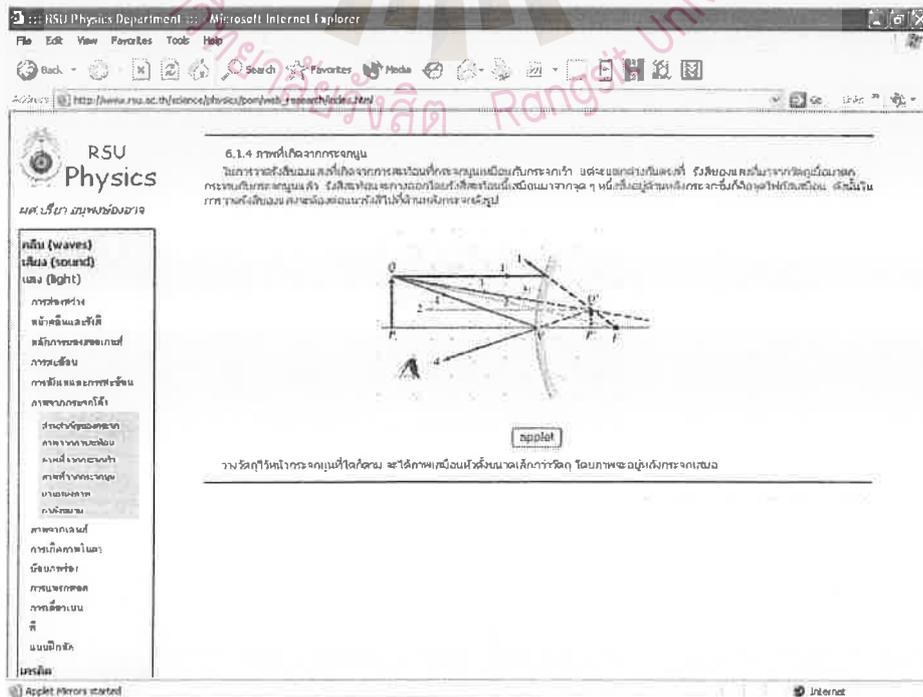
หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป

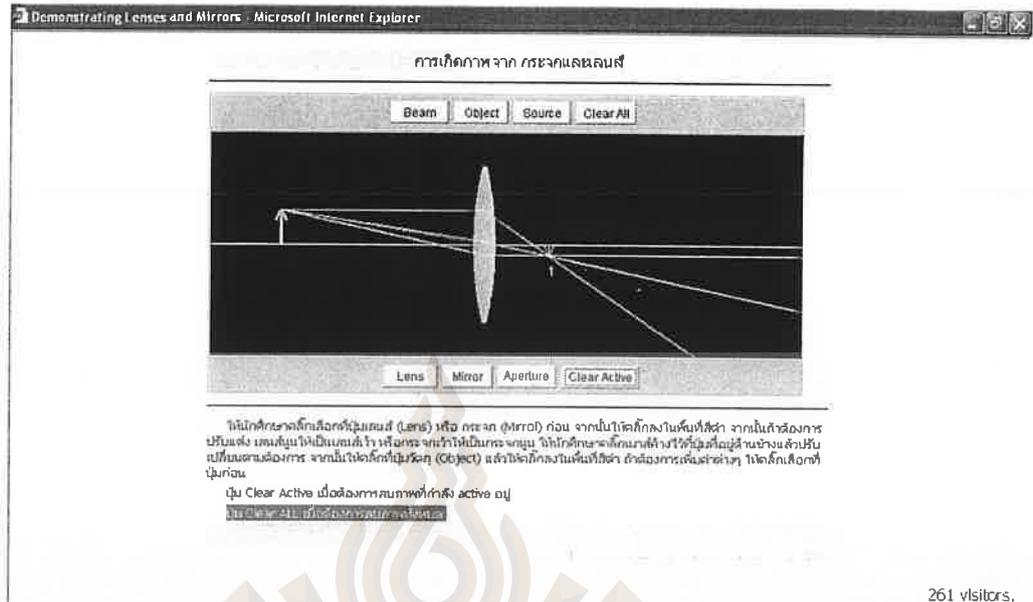


- ปุ่ม applet แสดงภาพเหมือนกับภาพข้างต้น เมื่อต้องการดู applet ให้คลิกที่ปุ่มเหล่านี้
- ปุ่ม ก่อนหน้านี้ คลิกเมื่อต้องการดูเนื้อหาก่อนหน้านี้
- ภาพจากกระจกุน

เมื่อคลิกหัวข้อ ภาพจากกระจกุน หน้าจอทางขวามือจะปรากฏ ดังรูป



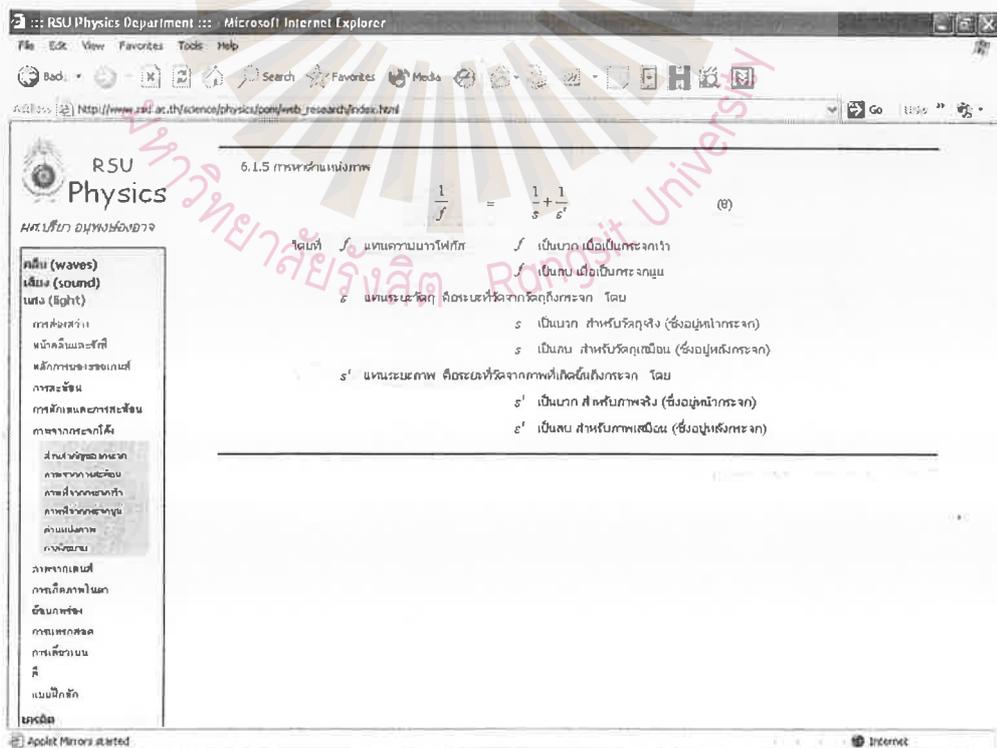
เมื่อคลิกปุ่ม **applet** จะปรากฏหน้าจอ แสดงการเกิดภาพจาก กระจกและเลนส์ เหมือนกับภาพข้างต้น เมื่อต้องการดู applet ให้คลิกที่ปุ่มนี้



261 visitors.

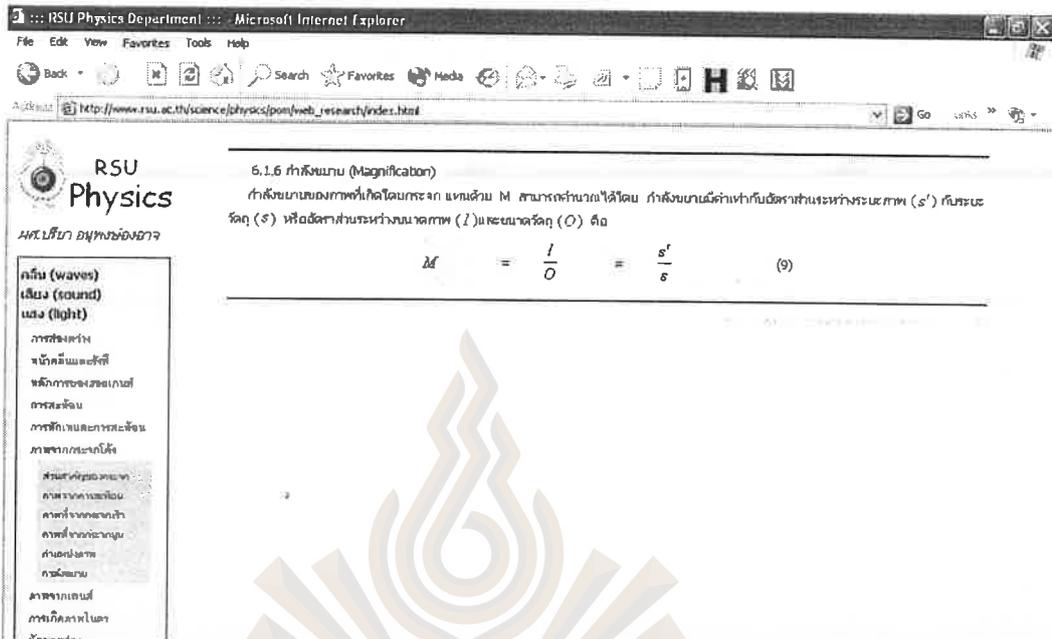
• ตำแหน่งภาพ

เมื่อคลิกหัวข้อ ตำแหน่งภาพ หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป



● กำลังขยาย

เมื่อคลิกหัวข้อ กำลังขยาย หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

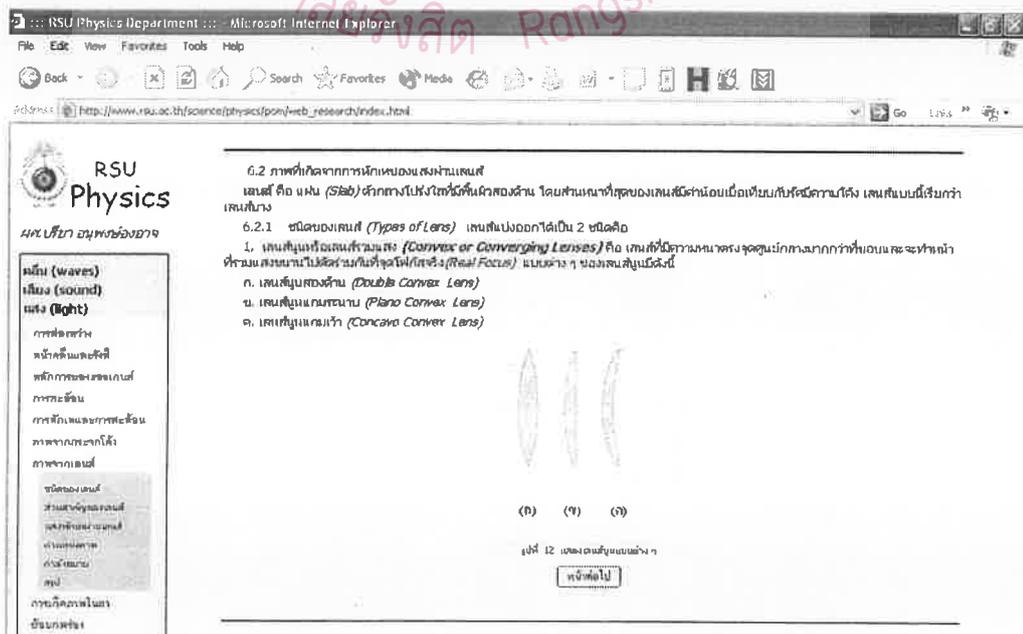


ภาพจากเลนส์

เมื่อคลิกหัวข้อ ภาพจากเลนส์ จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ ชนิดของเลนส์ ส่วนสำคัญของเลนส์ แสงหักเหผ่านเลนส์ ตำแหน่งภาพ กำลังขยาย สรุป

● ชนิดของเลนส์

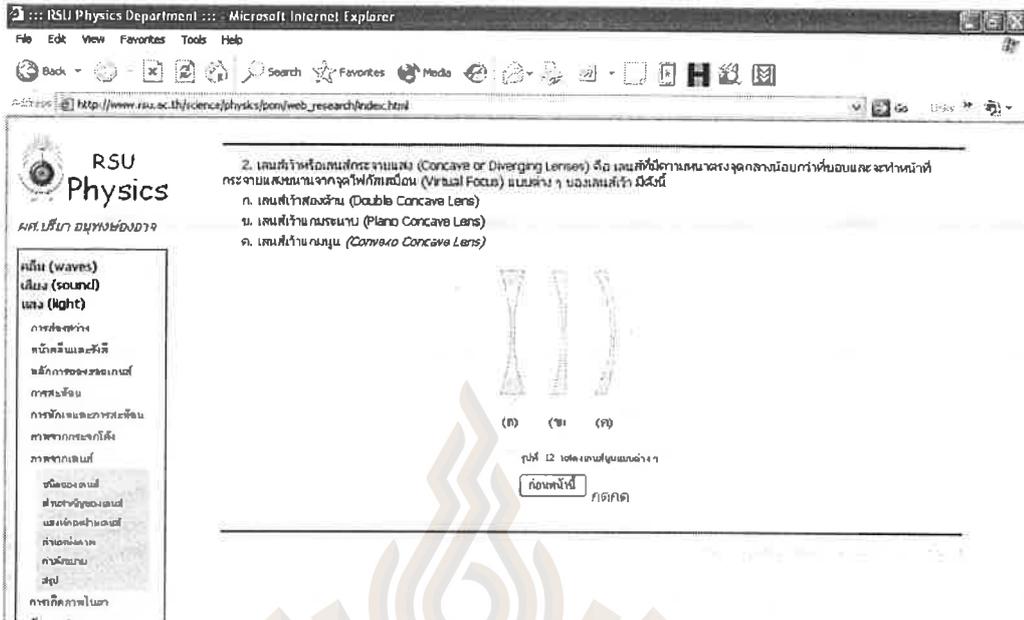
เมื่อคลิกหัวข้อ ชนิดของเลนส์ หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป



• ส่วนสำคัญของเลนส์

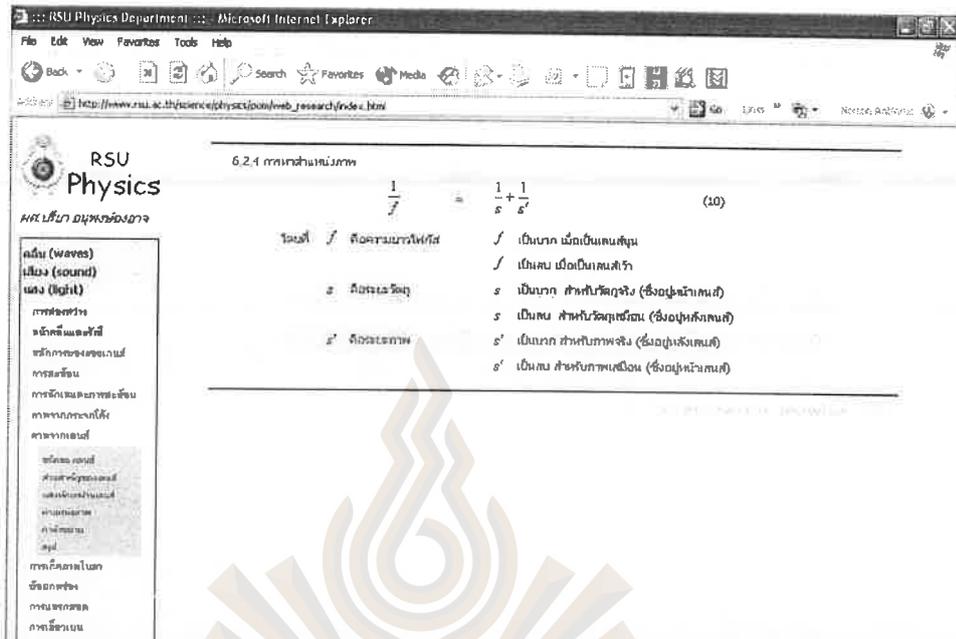
เมื่อคลิกหัวข้อ ส่วนสำคัญของเลนส์ หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป





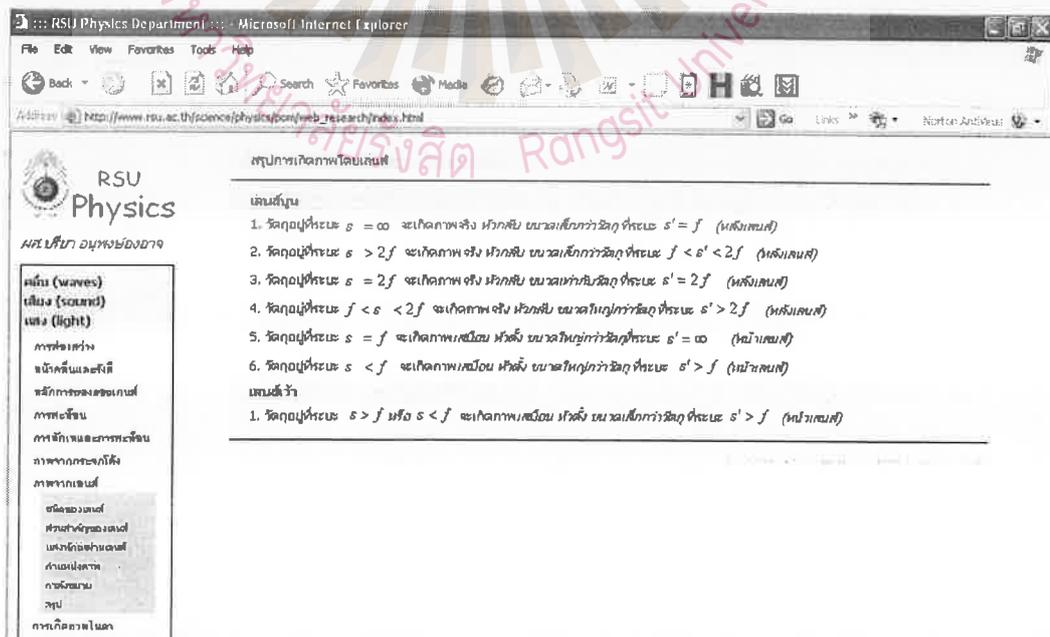
● กำลังขยาย

เมื่อคลิกหัวข้อ กำลังขยาย หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป



● สรุป

เมื่อคลิกหัวข้อ สรุป หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาเกี่ยวกับการเกิดภาพทั้งกระจกและเลนส์ ดังรูป



### การเกิดภาพในตา

เมื่อคลิกหัวข้อ การเกิดภาพในตา หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

The screenshot shows a web browser window displaying the RSU Physics Department website. On the left is a navigation menu with Thai text. The main content area features a diagram of the human eye with labels: Aqueous humor, Iris, Cornea, Lens, Suspensory ligament, Ciliary muscle, Vitreous humor, Retina, and Optic nerve. Below the diagram are two buttons: 'flash\_eye' and 'flash\_eyeTest'. Text in Thai explains the eye's structure and function, mentioning the focusing element and the retina. A 'หน้าต่อไป' (Next page) button is at the bottom.

เมื่อคลิกปุ่ม `flash_eye` จะปรากฏหน้าจอ เป็นดังรูป และถ้าต้องการทราบหน้าที่ของส่วนไหนให้นำเมาส์ไปวางที่คำศัพท์ส่วนนั้น

This screenshot shows an interactive diagram of the eye. A text box at the top says 'Mouseover labels to view descriptions of the parts of the eye.' The diagram labels include: Iris, Lens, Pupil, Aqueous humor, Cornea, Vitreous humor, Retina, Fovea, Blind spot, and Optic nerve. A 'Replay' button is located at the bottom right. A separate text box on the right contains the Thai text: 'คลิกเมื่อต้องการดูภาพซ้ำ' (Click when you want to view the image again).

เมื่อคลิกปุ่ม flash\_eye Test จะปรากฏหน้าจอ เป็นแบบทดสอบคำศัพท์ส่วนต่าง ๆ ของ  
นัยน์ตา โคนนักศึกษาสามารถนำมาเมาส์ไปคลิกคำศัพท์ต่าง ๆ แล้วเติมลงในช่องว่าง

http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web\_research/light\_web/flash\_eye\_Test.swf - Microsoft Internet Explorer

ⓘ Drag each term into the appropriate label box.

- Retina
- Lens
- Fovea
- Cornea
- Iris
- Blind spot
- Optic nerve
- Pupil
- Vitreous humor
- Aqueous humor

Reset

คลิกเพื่อ  
ต้องการ reset

เมื่อคลิกปุ่ม หน้าต่อไป หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป

RSU Physics Department :: Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Search Favorites Media

Address http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/web\_research/index.html

RSU Physics

หน้าเว็บไซต์ของสาขา

คลื่น (waves)  
เสียง (sound)  
แสง (light)

ภาพสองช่อง  
หลักการของเลนส์  
ภาพจริง  
ภาพพิกลับและภาพจริง  
ภาพจากกระจกโค้ง  
ภาพจากเลนส์

คลื่นของแสง  
สายเคเบิลใยแก้ว  
แสงเลเซอร์  
การหักเหของแสง  
การเกิดภาพในตา  
นัยน์ตา  
ภาพจริง  
ภาพพิกลับ  
ภาพจริง  
การหักเหของแสง  
การเกิดภาพในตา  
นัยน์ตา

งานในบท หรือเรียกว่า Retina ประกอบด้วยแท่งของเซลล์รับแสง ซึ่งแบ่งเป็น 2 พวก คือ rod cell และ cone (Rods and Cones) และยังมีประสาท (Nerve Fibers)

rod cell จะทำหน้าที่รับแสงได้เป็นสีเทาเข้มเกือบดำทั้งหมดทำงานได้โดยที่ จะไม่ต้องการแสงสีม่วง

Fovea เป็นตำแหน่งที่รับแสงในบริเวณที่มี 20000 เซลล์ประมาณ 34,000 เซลล์ เท่านั้น ที่มีเส้นประสาทเชื่อมต่อกับสมอง ตรงบริเวณนี้ใช้สำหรับโฟกัสและมองเห็นวัตถุที่ชัดและใช้รับความแตกต่างของสีต่าง ๆ

จุดบอดของนัยน์ตา (Blind Spot) เป็นบริเวณที่ไม่มีเซลล์รับแสงอยู่ ดังนั้นถ้าส่วนใดของภาพที่ไปตกที่ตำแหน่งนี้ จะมองไม่เห็นภาพส่วนนั้น

การเกิดภาพเป็นเกิดจากการหักเหของแสงโดยเลนส์ตา ส่วนเลนส์ตาเป็นเยื่อที่บางยืดหยุ่นได้ซึ่งมีลักษณะคล้ายลูกโป่งอยู่ภายในรูของตา ซึ่งเกิดภาพขึ้นบนจอตา เพราะเยื่อตาของมนุษย์สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้โดยที่เลนส์ตาจะปรับรูปร่างของเลนส์ตา เช่น วัตถุใกล้กับตาจะมองเห็นชัดกว่า วัตถุไกล (Ciliary muscles) เมื่อกล้ามเนื้อนี้หดตัวแล้ว เลนส์ตาจะดูหนาขึ้น (Ciliary fibers) จึงทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ชัดขึ้น และมองเห็นวัตถุที่อยู่ไกลชัดขึ้น เลนส์ตาจะเชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อ (Ciliary muscles) ซึ่งทำหน้าที่ปรับรูปร่างของเลนส์ตา

ส่วนที่บวมหรือบวมขึ้นของนัยน์ตาจะนำสัญญาณไฟฟ้าผ่านไปประมวลผลที่สมองทำให้มองเห็นวัตถุที่ปรากฏในภาพ

คลิกที่นี่

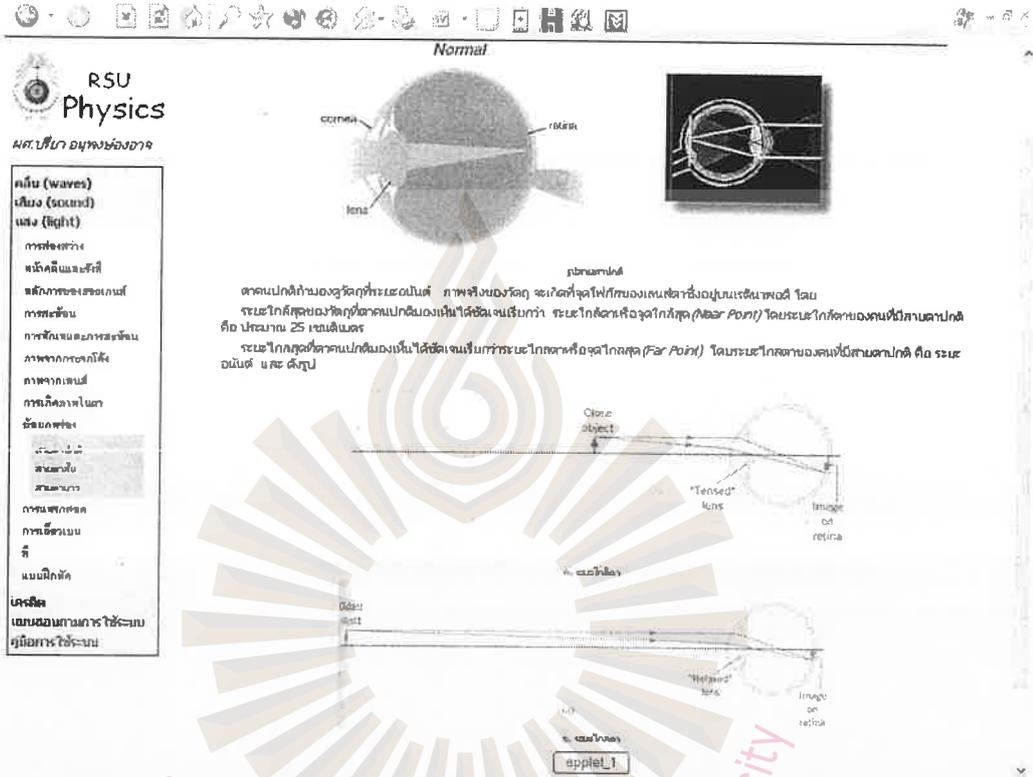
Acadit Minors started Internet

### ข้อบกพร่อง

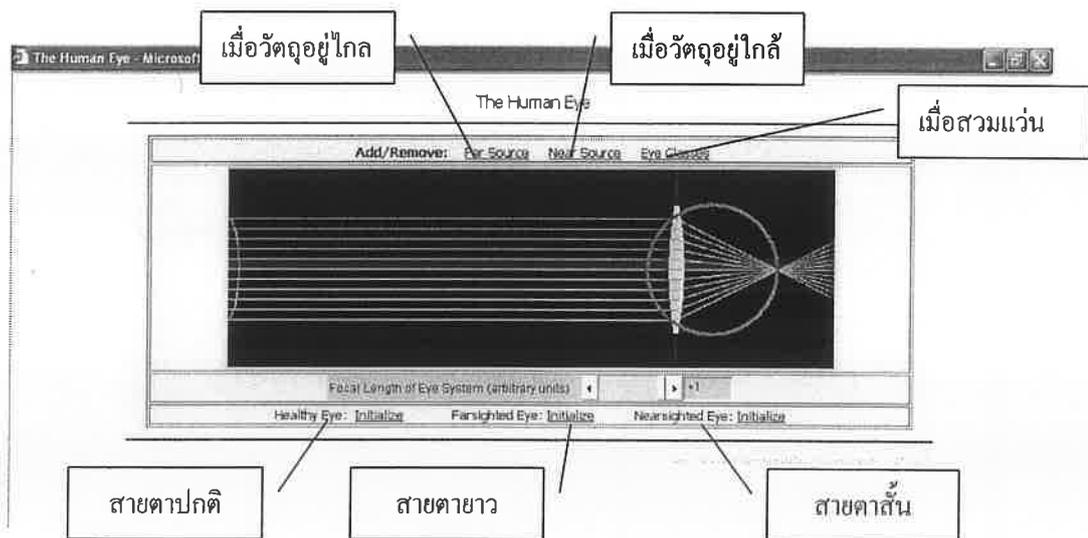
เมื่อคลิกหัวข้อ ข้อบกพร่อง จะประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ สายตาสั้น สายตาวาย

- สายตาสั้น

เมื่อคลิกหัวข้อ สายตาสั้น หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม applet จะปรากฏหน้าจอ แสดงลำแสงผ่านนัยน์ตา โดยนักศึกษาสามารถเลือกศึกษาได้ทั้ง สายตาสั้น สายตาสั้นและสายตาวาย และยังสามารถดูระยะใกล้ตา ระยะใกล้ตา และเมื่อสวมแว่นตาได้ โดยคลิกปุ่มต่างๆ ที่อยู่ในภาพ



• สายตาสั้น

เมื่อคลิกหัวข้อ สายตาสั้น หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

RSU Physics

ผศ.ปวีณา อนุพงษ์ธองอาจ

คลื่น (waves)  
เสียง (sound)  
แสง (light)

การตั้งแหล่งกำเนิดคลื่นและทิศทาง  
หลักการของฮอยเกนส์  
การสะท้อน  
การหักเหและการสะท้อนกลับ  
การหักเหและการสะท้อนกลับ  
การเกิดคลื่นนิ่ง  
การเกิดคลื่นนิ่ง  
ข้อบกพร่อง

สายตาสั้น  
สายตาสั้น  
สายตาสั้น

ภาพจากกล้อง  
การเลี้ยวเบน  
สี  
แบบฝึกหัด

กรณีศึกษา  
แบบผสมตามการใช้ระบบ

8.2 ข้อบกพร่องในการเห็นของตา (Defects of Vision) ข้อบกพร่องในการเห็นของตาดังกล่าวมี 2 แบบ คือ  
8.2.1 สายตาสั้น (Myopia)  
คนที่มีสายตาสั้นมองเห็นวัตถุได้ชัด ระยะใกล้กว่าระยะ 25 เซนติเมตร ระยะไกลตาไม่เห็นถึงระยะอนันต์ อาจแก้ไขได้ด้วยใช้เลนส์  
ทำช่วยให้น้ำแสงไปตกที่เรตินาพอดี จะทำให้จุดไกลที่มองเห็นที่ระยะอนันต์ได้

สายตาสั้น

สายตาสั้นและตาบอด

RSU Physics

ผศ.ปวีณา อนุพงษ์ธองอาจ

คลื่น (waves)  
เสียง (sound)  
แสง (light)

การตั้งแหล่งกำเนิดคลื่นและทิศทาง  
หลักการของฮอยเกนส์  
การสะท้อน  
การหักเหและการสะท้อนกลับ  
การหักเหและการสะท้อนกลับ  
การเกิดคลื่นนิ่ง  
การเกิดคลื่นนิ่ง  
ข้อบกพร่อง

สายตาสั้น  
สายตาสั้น  
สายตาสั้น

ภาพจากกล้อง  
การเลี้ยวเบน  
สี  
แบบฝึกหัด

กรณีศึกษา  
แบบผสมตามการใช้ระบบ  
คู่มือการใช้ระบบ

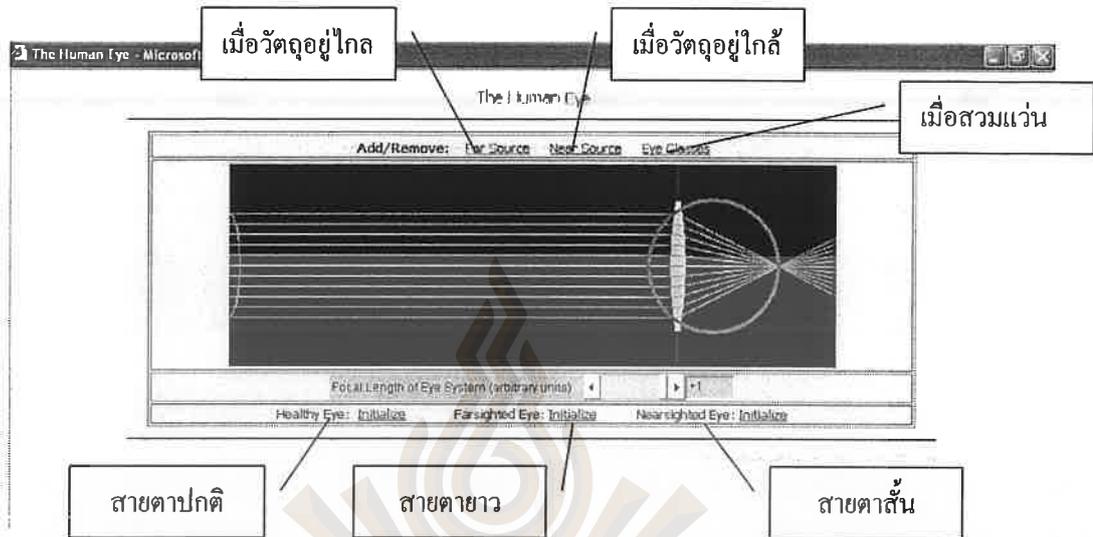
สายตาสั้น

สายตาสั้นและตาบอด

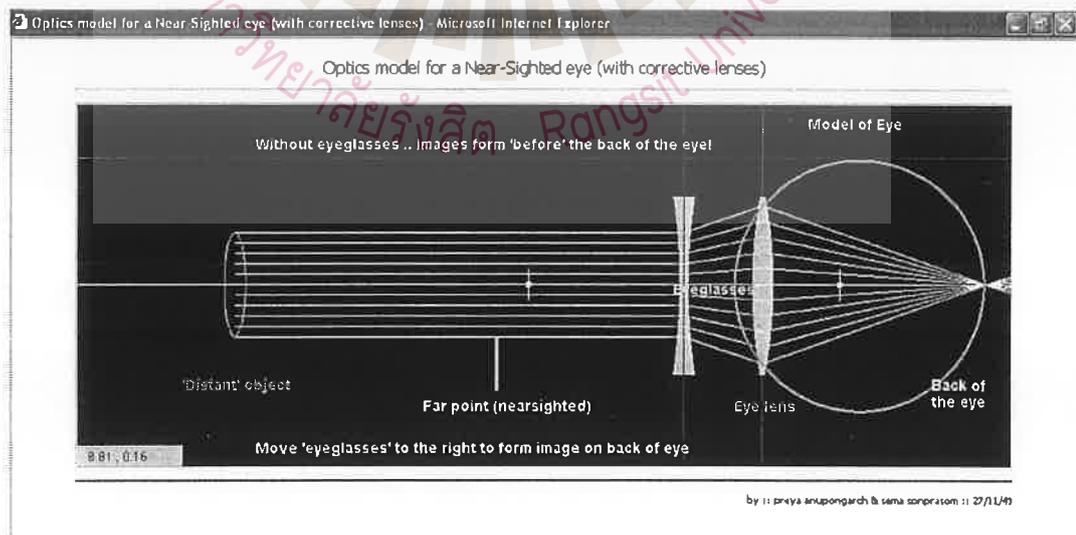
applet\_1 applet\_2

รูปที่ 18 แสดงภาพที่ตาของคนสายตาสั้นและตาบอด

เมื่อคลิกปุ่ม **applet\_1** จะปรากฏหน้าจอ แสดงลำแสงผ่านนัยน์ตา โดยนักศึกษาสามารถเลือกศึกษาได้ทั้ง สายตาสั้น สายตาสั้นและสายตายาว และยังสามารถดูระยะใกล้ตา ระยะไกลตา และเมื่อสวมแว่นตาได้ โดยคลิกปุ่มต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ



เมื่อคลิกปุ่ม **applet\_2** จะปรากฏหน้าจอ แสดงลำแสงผ่านเลนส์เว้าและนัยน์ตา โดยนักศึกษาสามารถเลื่อนเลนส์เว้าไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ได้โดยนำเมาส์ไปคลิกบนเลนส์เว้าแล้วเลื่อนเลนส์เว้าไปมา จะเห็นแนวลำแสงเปลี่ยนไป



● สายตายาว

เมื่อคลิกหัวข้อ สายตายาว หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

RSU Physics

9.2.2. สายตาสั้น (Myopia)

คนที่มีสายตาสั้นมองเห็นวัตถุใกล้ชัดกว่าวัตถุไกลเกินกว่า 25 เซนติเมตร และเมื่อถอดแว่นตาได้มองเห็นระยะที่ชัดเท่ากับโดยมีเส้นตมู่เข้ามามีแสงไปตกที่เรตินาพอดี มีค่าไม้มองเห็นวัตถุใกล้ชัดคือระยะ 25 cm

สายตาสั้น

สายตาสั้นใส่แว่นตา

RSU Physics

สายตาสั้น

สายตาสั้นใส่แว่นตา

Figure 18 illustrates the correction of hyperopia (farsightedness) using a converging lens. The diagram shows three scenarios: (a) An uncorrected eye where light from a near object focuses behind the retina. (b) A corrected eye where a converging lens pre-converges the light so that after passing through the eye's lens, it focuses exactly on the retina. (c) A diagram showing the lens placed between the eye and the object.

Figure 18 แสดงการแก้ไขของสายตาสั้นด้วยเลนส์

ลักษณะเด่นของสายตาสั้นแก้ไขด้วยเลนส์คือ (dioptric power) หรือเรียกว่าค่าพลังของเลนส์ โดยค่าพลังของเลนส์คำนวณได้ดังนี้

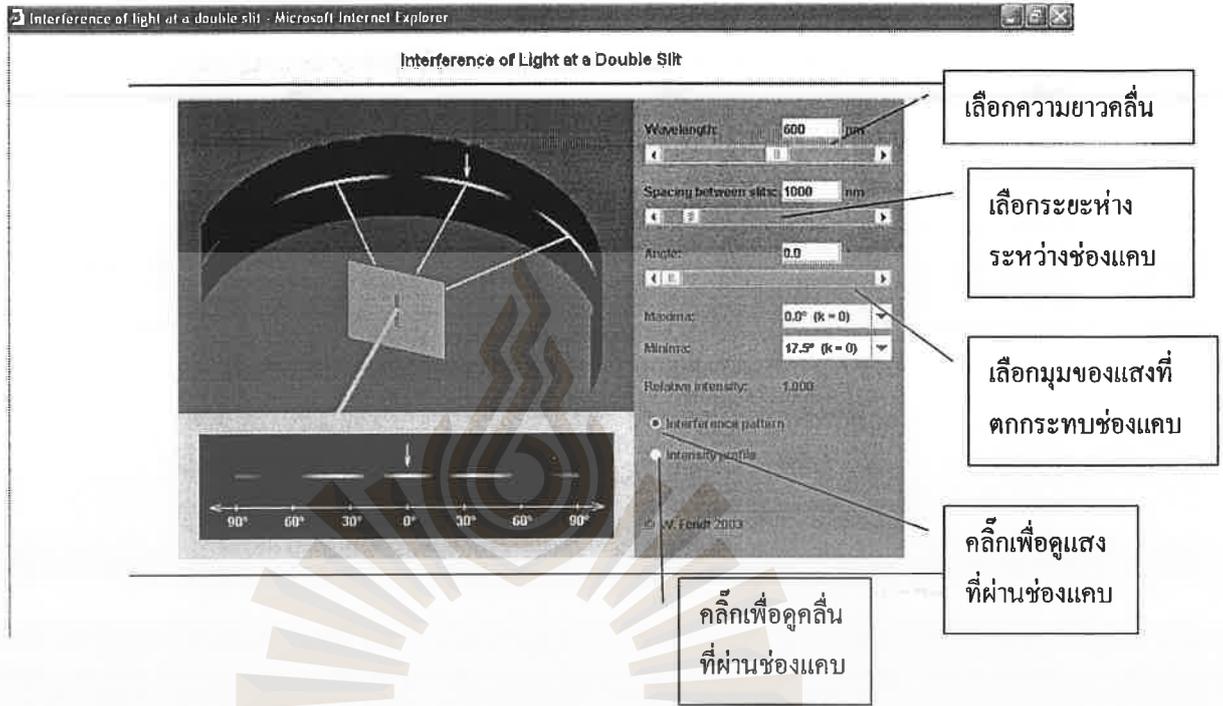
$$P = \frac{1}{f \text{ (m)}} \quad (12)$$

ใน P แทนค่าพลังของเลนส์ มีหน่วยคือ diopter  
 f แทนความยาวโฟกัส คิดในหน่วยเมตร

ตัวอย่างที่ 6



เมื่อคลิกปุ่ม applet\_1 จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปแสดงการแทรกสอดของแสง โดย นักศึกษาสามารถเลือกความยาวคลื่น ระยะห่างระหว่างช่องแคบ และ มุมที่แสงตกกระทบบช่องแคบ โดยการเลื่อน scroll bar



เมื่อคลิกปุ่ม หน้าต่อไป หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป



เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป

RSU Physics

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป

ความกว้างของแถบความถี่ของคลื่นเป็นผลจากความกว้างของช่องแคบและตำแหน่งการตกใน โดยกำหนดตำแหน่งความถี่ได้จากผลการของแถบ โดยของกรีกเป็นกรณี ดังนี้

เมื่อ  $2b \sin \theta$  เป็นผลคูณของจำนวนเต็มของขนาดความยาวคลื่น  $\lambda$  และ  $L$  จะปรากฏช่องว่างจาก  $\theta$  เป็นผลคูณ  $m$  หรือ  $2m$   $b \sin \theta$  จะสังเกตเห็นการแยกแยะของแถบ ดังนี้

$$b \sin \theta = m \lambda \quad (15)$$

applet\_1

เมื่อคลิกปุ่ม

applet\_1

จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปแสดงการเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องแคบ โดยนักศึกษาสามารถเลือกความยาวคลื่น โดยเลื่อนที่ scroll bar

Single Slit Diffraction Microsoft Internet Explorer

Single-Slit Diffraction

Wavelength = 597.5 nm Slit Width = 7364.1255 nm

เลื่อน scroll bar เพื่อเลือกความยาวคลื่น

เมื่อคลิกปุ่ม

หน้าต่อไป

หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหาต่อจากหน้าเดิม ดังรูป

RSU Physics

หน้าจอ ขวามือของอาจารย์

คลื่น (waves)  
เสียง (sound)  
แสง (light)

การสะท้อน  
ดัชนีหักเห  
หลักการของฮอยเกนส์  
การเลี้ยวเบน  
การแทรกสอดของคลื่น  
การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์  
การหักเหในตัวกลางไอโซทรอปิก  
ดัชนีหักเห

สมการคลื่น  
สมการเสียง  
สมการแสง

การเคลื่อนที่ของคลื่น  
การเคลื่อนที่ของอนุภาค  
การเคลื่อนที่ของอนุภาค

เมื่อคลิกปุ่ม

โดยที่  $b$  แทนความกว้างของช่องแคบ  
 $\lambda$  แทนความยาวคลื่น  
 $m$  แทนค่าอันดับของแอมพลิจูด ซึ่ง  $m = 1, 2, 3, \dots$   
 ถ้าต้องการหาค่า  $m$  สำหรับค่า  $\theta$  ให้ใช้สมการ

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{b} \quad (16)$$

จากสมการที่ (16) จะเห็นได้ว่ามีตำแหน่งที่แอมพลิจูดเป็นศูนย์ (จุดมืด) โดยที่ค่า  $\theta$  จะเท่ากับ  $\frac{m\lambda}{b}$  (จุดมืด) ยกเว้นกรณีที่  $m = 0$  ซึ่งจะได้ค่า  $\theta = 0$  (จุดสว่าง) ยกเว้นกรณีที่  $m = 1, 2, 3, \dots$

ค่า  $\theta$  สำหรับตำแหน่งของแอมพลิจูด  $m = 1$  จะเท่ากับ  $\frac{\lambda}{b}$  (จุดมืด) (17)

ค่า  $\theta$  สำหรับตำแหน่งของแอมพลิจูด  $m = 2$  จะเท่ากับ  $\frac{2\lambda}{b}$  (จุดมืด) (18)

เมื่อ  $D$  คือเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องแคบ ซึ่งเส้นผ่าศูนย์กลางนี้จะเท่ากับ  $\frac{2\lambda}{\theta}$  (จุดมืด) (19)

เมื่อคลิกปุ่ม

๓/๖

เมื่อคลิกหัวข้อ สี หน้าจอทางขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

RSU Physics

หน้าจอ ขวามือของอาจารย์

คลื่น (waves)  
เสียง (sound)  
แสง (light)

การสะท้อน  
ดัชนีหักเห  
หลักการของฮอยเกนส์  
การเลี้ยวเบน  
การแทรกสอดของคลื่น  
การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์  
การหักเหในตัวกลางไอโซทรอปิก  
ดัชนีหักเห

สมการคลื่น  
สมการเสียง  
สมการแสง

การเคลื่อนที่ของคลื่น  
การเคลื่อนที่ของอนุภาค  
การเคลื่อนที่ของอนุภาค

เมื่อคลิกปุ่ม

11. สี

ในชีวิตประจำวันเราพบเห็นแสงสีขาว ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วแสงสีขาวเป็นแสงขาวผสมกันของแสงสีต่างๆ 7 สีไปปรากฏบนผิววัตถุที่มีสีต่างๆ กัน เป็นอันเป็นสีที่เราเห็นได้คือ สีของวัตถุ โดยที่สีของวัตถุ (Color) จะขึ้นอยู่กับความถี่ของแสงที่ตกกระทบวัตถุ

เมื่อคลิกปุ่ม

รูปที่ 20 เมื่อคลิกปุ่ม หน้าจอ ขวามือจะปรากฏเนื้อหา ดังรูป

เมื่อคลิกปุ่ม



แบบฝึกหัดชุดนี้มี 20 ข้อ โดยนักศึกษาสามารถลองทำเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้ศึกษามา โดยการคลิกที่ตัวเลขของคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และนักศึกษาเช็คคะแนนที่ทำโดยการคลิกที่ปุ่ม grade quiz ซึ่งผลที่ได้จะแสดงในช่องใต้ปุ่ม grade quiz

**RSU Physics**  
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**คลื่น (waves)**  
**เสียง (sound)**  
**แสง (light)**

การเคลื่อนที่  
หลักคลื่นและทัศน  
สมบัติของช่องแคบ  
การเลี้ยวเบน  
การแทรกสอดหรือ  
ขาดจากช่องแคบ  
การหักเหในสื่อ  
ต่างกัน  
การสะท้อน  
การหักเหในสื่อ  
ต่างกัน

คลื่นแม่เหล็ก  
สนามแม่เหล็ก  
สนามไฟฟ้า  
การเคลื่อนที่  
การเคลื่อนที่  
การเคลื่อนที่  
การเคลื่อนที่  
การเคลื่อนที่  
การเคลื่อนที่

คลื่น  
แบบสมมาตร  
การเคลื่อนที่

จำนวนข้อทำถูก :  ข้อ คิดเป็น :  % : Grade ที่ได้ :



## ภาคผนวก ข.

## ข้อสอบปลายภาค ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เรื่อง คลื่น เสียง และแสง

1. คลื่นในเส้นเชือกขบวนหนึ่งมีฟังก์ชันคลื่นเป็น

$$y_{(x,t)} = 10 \cos \pi \left( \frac{3}{5}x + \frac{t}{4} \right) \quad \text{เมื่อ } x \text{ และ } y \text{ มีหน่วยเป็นเมตร, } t \text{ มีหน่วยเป็นวินาที}$$

จงหา

- ก. ความยาวคลื่น (2 คะแนน)  
 ข. ความถี่ (2 คะแนน)  
 ค. อัตราเร็วคลื่น (2 คะแนน)  
 ง. อัตราเร็วสูงสุดของอนุภาคในเส้นเชือก (2 คะแนน)  
 จ. ถ้าเชือกเส้นนี้มีมวล 300 g ยาว 2 เมตร จงหาค่าแรงตึงในเส้นเชือก (2 คะแนน)

วิธีทำ จากสมการ  $y_{(x,t)} = 10 \cos \left( \frac{3\pi}{5}x + \frac{\pi t}{4} \right)$

ก. จาก  $k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{3\pi/5} = \frac{10}{3} \text{ m} \quad \text{ตอบ (2 คะแนน)}$

ข. จาก  $\omega = 2\pi f \quad \therefore f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi/4}{2\pi} = \frac{1}{8} \text{ Hz} \quad \text{ตอบ (2 คะแนน)}$

ค. จาก  $v = f\lambda = \left(\frac{1}{8}\right)\left(\frac{10}{3}\right) = \frac{10}{24} = 0.417 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ (2 คะแนน)}$

ง. จาก  $v_{\max} = -\omega A = -\left(\frac{\pi}{4}\right)(10) = -2.5\pi \text{ m/s} \quad \text{ตอบ (2 คะแนน)}$

จ. จาก  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$$\therefore T = v^2 \mu \quad \text{โดยที่ } \mu = \frac{m}{l} = \frac{0.3 \text{ kg}}{2 \text{ m}} = 0.15 \text{ kg/m}$$

$$= (0.417)^2 (0.15) = 0.026 \text{ N} \quad \text{ตอบ (2 คะแนน)}$$

2. เรือลำหนึ่งกำลังแล่นออกจากหน้าผาด้วยอัตราเร็วคงที่ เมื่อเรือลำนี้เปิดหวูดซึ่งมีความถี่ 425 Hz ขึ้นครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าคนบนเรือจะได้ยินเสียงสะท้อนซึ่งมีความถี่ 400 Hz จงหาว่าเรือลำนี้แล่นออกจากหน้าผาด้วยอัตราเร็วเท่าใด อุณหภูมิขณะนั้นมีค่าเท่ากับ  $30^{\circ}\text{C}$  (10 คะแนน)

วิธีทำ ความเร็วเสียงในอากาศ  $v = v_0 + 0.6t$   
 $= 331 + 0.6(30^{\circ}\text{C}) = 349.5\text{ m/s}$  (2 คะแนน)

จาก  $f_o = \left( \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right) f_s$

เมื่อเรือเปิดหวูด เรือเป็นแหล่งกำเนิดเสียง (s) , หน้าผาเป็นผู้ฟัง (o)

$$\begin{aligned} f_{o1} &= \left( \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right) f_s \\ &= \left( \frac{349.5}{349.5 + v_x} \right) 425 \end{aligned} \quad (1) \quad (3 \text{ คะแนน})$$

เมื่อเสียงสะท้อน หน้าผาเป็นแหล่งกำเนิดเสียง (s) , เรือเป็นผู้ฟัง (o)

$$\begin{aligned} 400 &= \left( \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right) f_{o1} \\ &= \left( \frac{349.5 - v_x}{349.5} \right) f_{o1} \end{aligned} \quad (2) \quad (3 \text{ คะแนน})$$

แทนค่าสมการที่ (1) ใน (2)

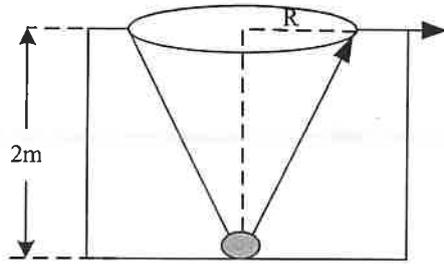
$$400 = \left( \frac{349.5 - v_x}{349.5} \right) \left( \frac{349.5}{349.5 + v_x} \right) 425$$

$$0.941 = \left( \frac{349.5 - v_x}{349.5 + v_x} \right)$$

$$1.941v_x = 20.56$$

$$v_x = \frac{20.56}{1.941} = 10.59\text{ m/s} \quad \text{ตอบ} \quad (2 \text{ คะแนน})$$

3. หลอดไฟหลอดหนึ่งอยู่ที่ก้นสระน้ำขนาด 25 m x 50 m x 2 m เมื่อเปิดไฟทำให้เป็นพื้นที่สว่างที่ผิวน้ำเป็นรูปวงกลม ถ้ารังสีของแสงจากหลอดไฟอยู่ในทิศทาง ดังรูป และดัชนีหักเหของแสงในน้ำและอากาศมีค่า 4/3 , 1 ตามลำดับ จงหา



- ก. รัศมีของวงกลมของพื้นที่สว่างนี้ (7 คะแนน)  
 ข. ถ้าต้องการให้พื้นที่ผิวน้ำสว่างทั่วสระ จะต้องติดตั้งหลอดไฟที่ก้นสระจำนวนน้อยที่สุดกี่หลอด (3 คะแนน)

วิธีทำ

ก.  $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$  (1 คะแนน)

$n_2 = 1$  ,  $n_1 = 4/3$  แทนค่า  $\sin \theta_c = \frac{1}{4/3} = \frac{3}{4}$  (1 คะแนน)

$\theta_c = \sin^{-1}(\frac{3}{4}) = 48.5^\circ$  (1 คะแนน)

รัศมีของวงกลม หาได้จาก  $\tan \theta_c = \frac{R}{h}$  (1 คะแนน)

$\tan 48.5^\circ = \frac{R}{2}$  (1 คะแนน)

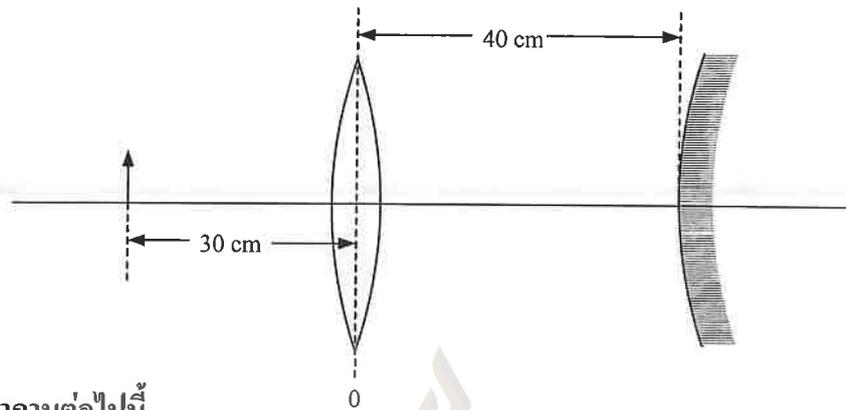
$R = 2 \tan 48.5^\circ = 2.26 \text{ m}$  **ตอบ** (2 คะแนน)

ข. หลอดไฟ 1 หลอด ให้พื้นที่ที่ผิวน้ำเท่ากับ  $\pi R^2 = (3.14)(2.26)^2 = 16.157m^2$  (1 คะแนน)

พื้นที่ผิวน้ำทั้งหมด =  $25 \times 50 = 1250m^2$  (1 คะแนน)

จะต้องใช้หลอดไฟ =  $\frac{1250}{16.157} = 77.36$  หลอด หรือประมาณ 78หลอด **ตอบ** (1 คะแนน)

4. เลนส์นูนซึ่งมีกำลังเลนส์ 5 ไดออปเตอร์ วางอยู่หน้ากระจกนูนซึ่งมีรัศมีความโค้ง 20 cm ตั้งรูป ถ้าวางวัตถุสูง 10 cm หน้าเลนส์นูนโดยห่างจากเลนส์นูนเป็นระยะ 30 cm



จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ภาพสุดท้ายเกิดที่ตำแหน่งห่างจากกระจกนูนเป็นระยะเท่าใด อยู่หน้าหรือหลังกระจก เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน (5 คะแนน)
- ภาพสุดท้ายมีขนาดเท่าใด (2.5 คะแนน)
- กำลังขยายรวมของภาพสุดท้ายที่เกิดมีค่าเท่าใด (2.5 คะแนน)

**วิธีทำ** คิดที่เลนส์นูน จากโจทย์  $f_1 = \frac{1}{P} = \frac{1}{5} = 0.2m = 20cm$  (เลนส์นูน) ,  $s_1 = +30$  cm แทนค่า

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_1}$$

$$\frac{1}{20cm} = \frac{1}{30cm} + \frac{1}{s'_1}$$

$$\frac{1}{s'_1} = \frac{1}{20cm} - \frac{1}{30cm} = \frac{10}{600cm}$$

$$s'_1 = 60cm$$

ภาพที่ได้เป็นภาพจริงอยู่หลังเลนส์นูน เป็นระยะ 60 cm (2.5 คะแนน)

คิดที่กระจกนูน จากโจทย์  $-f_2 = \frac{R}{2} = \frac{20cm}{2} = 10$  cm , ภาพของเลนส์นูนจะเป็นวัตถุของกระจกนูน

โดยอยู่หลังกระจกนูนเป็นระยะ =  $60 - 40 = 20$  cm โดยระยะวัตถุถ้าอยู่หลังกระจกเป็นลบ ดังนั้น  $s_2 = -20$  cm แทนค่า

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{s_2} + \frac{1}{s'_2}$$

$$-\frac{1}{10cm} = -\frac{1}{20cm} + \frac{1}{s'_2}$$

$$\frac{1}{s'_2} = -\frac{1}{10cm} + \frac{1}{20cm} = -\frac{10}{200cm}$$

$$s_2' = -\frac{200\text{cm}}{10} = -20\text{cm}$$

ภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนอยู่หน้าเลนส์แก้ว เป็นระยะ 60.7 cm **ตอบ** (2.5 คะแนน)

ข. หาขนาดภาพ

$$\frac{I_1}{O_1} = \frac{s_1'}{s_1}$$

$$\frac{I_1}{10\text{cm}} = \frac{60\text{cm}}{30\text{cm}}$$

$$I_1 = 20\text{cm}$$

หาขนาดภาพสุดท้าย

$$\frac{I_2}{O_2} = \frac{s_2'}{s_2}$$

$$\frac{I_2}{20\text{cm}} = \frac{20\text{cm}}{20\text{cm}}$$

$$I_2 = 20\text{cm}$$

**ตอบ** (2.5 คะแนน)

กำลังขยายรวม

$$M = M_1 \times M_2$$

$$= \left(\frac{I_1}{O_1}\right) \left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

$$= \frac{I_2}{O_1} = \frac{20\text{cm}}{10\text{cm}} = 2 \text{ เท่า}$$

**ตอบ** (2.5 คะแนน)

## ภาคผนวก ก.

แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์  
รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง

\*\*โปรดกรอกข้อมูลให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป\*\*  
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

รหัสวิชาที่เรียน	<input type="checkbox"/> PHY 223	<input type="checkbox"/> PHY133	
เพศ	<input type="checkbox"/> ชาย	<input type="checkbox"/> หญิง	
เกรดเฉลี่ย	<input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 2.00	<input type="checkbox"/> 2.00-2.49	<input type="checkbox"/> 2.50-2.99
	<input type="checkbox"/> 3.00-3.49	<input type="checkbox"/> 3.50-4.00	
สถานที่ใช้อินเตอร์เน็ต	<input type="checkbox"/> ที่บ้าน, ที่พัก	<input type="checkbox"/> ที่มหาวิทยาลัย	

โปรดตอบแบบสอบถามเมื่อเข้าศึกษาชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ชุดนี้แล้ว  
คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ แสดงระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของนักศึกษา

ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสมสวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน					
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว					
3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน					
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม					
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม					
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้					
7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง					
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา					
9. ชุดการเรียนรู้นี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน					
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนรู้นี้					

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงระดับผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

ระดับผลการเรียนเฉลี่ย	จำนวน(คน)
3.50-4.00	-
3.00-3.49	6
2.50-2.99	12
2.00-2.49	16
1.50-1.99	6
1.00-1.49	-



ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงคะแนนสอบเรื่อง คลื่น เสียง แสงและคะแนนรวม ของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	รหัสนักศึกษา	คลื่น 10 คะแนน	เสียง 10 คะแนน	แสง 10 คะแนน	รวม 30 คะแนน
1	45-5xxx	6	10	4.5	20.5
2	49-3xxx	3	3	5	11
3	49-0xxx	4	3	6.5	13.5
4	46-2xxx	8	1	1.5	10.5
5	46-1xxx	0	7	0.5	7.5
6	49-6xxx	8	3	3.5	14.5
7	47-0xxx	8	3	8.8	19.8
8	48-0xxx	8	3	6.5	17.5
9	49-0xxx	1	10	4	15
10	49-1xxx	8	3	3.5	14.5
11	48-2xxx	9	1	9	19
12	49-0xxx	8	5	4.5	17.5
13	48-0xxx	10	10	6.5	26.5
14	49-21xxx	8	10	7.5	25.5
15	49-1xxx	9	10	3	22
16	49-2xxx	9	10	7.5	26.5
17	49-2xxx	10	7	10	27
18	48-4xxx	10	10	7	27
19	49-0xxx	10	10	9	29
20	49-0xxx	9	10	7.5	26.5
คะแนนเฉลี่ย		7.30	6.45	5.79	19.54
SD		2.975	3.605	2.625	6.508

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงคะแนนสอบเรื่อง คลื่น เสียง แสงและคะแนนรวม ของกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม					
คนที่	รหัสนักศึกษา	คลื่น 10 คะแนน	เสียง 10 คะแนน	แสง 10 คะแนน	รวม 30 คะแนน
1	49-2xxx	3	3	0.5	6.5
2	46-5xxx	0	0	0.5	0.5
3	49-2xxx	2	3	0	5
4	49-1xxx	6	0	0.5	6.5
5	49-2xxx	3	0	0	3
6	49-5xxx	5	3	2.5	10.5
7	49-7xxx	0	0	0.5	0.5
8	49-4xxx	0	0	2.5	2.5
9	49-6xxx	6	3	1	10
10	49-6xxx	4	5	3.5	12
11	49-5xxx	5	3	2.5	10.5
12	49-6xxx	7	0	2.5	9
13	48-0xxx	2	4	0	6
14	49-2xxx	2	3	0	5
15	49-0xxx	7	10	5	22
16	49-0xxx	7	3	4.5	14.5
17	49-0xxx	8	0	1.5	9.5
18	49-2xxx	7	3	2.5	12.5
19	49-1xxx	10	3	0	13
20	49-2xxx	6	10	10	26
คะแนนเฉลี่ย		4.50	2.80	2.00	9.25
SD		2.893	2.949	2.439	6.514

## ภาคผนวก ง.

การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชา  
ฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง

ชื่อ	ความกว้าง	รายละเอียด	ค่า	การกำหนดค่า	มาตรวัด
เลขที่	8	เลขที่ แบบสอบถาม	001-100	ไม่มี	Scale
เพศ	8	เพศ	1-2	1 = เพศชาย 2 = เพศหญิง	Scale
เกรดเฉลี่ย	8	เกรดเฉลี่ย	1-5	1= ต่ำกว่า 2.00 2= 2.00-2.49 3=2.50-2.99 4=3.00-3.49 5= 3.50-4.00	Scale
สถานที่ใช้ อินเทอร์เน็ต	8	สถานที่ใช้ อินเทอร์เน็ต	1-2	1= ที่บ้าน, ที่พัก 2= ที่มหาวิทยาลัย	Scale
1. การออกแบบ หน้าจอโดยรวมมี ความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อ การใช้งาน	8	1. การออกแบบ หน้าจอโดยรวมมี ความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อ การใช้งาน	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale
2. การเข้าถึงข้อมูล ในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและ รวดเร็ว		2. การเข้าถึง ข้อมูลในรูปของ ข้อความ และ ภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวก และรวดเร็ว			
3. รูปแบบ ขนาด และสีตัวอักษรมี ความเหมาะสมและ ชัดเจน		3. รูปแบบ ขนาด และสีตัวอักษรมี ความเหมาะสม และชัดเจน			

ชื่อ	ความกว้าง	รายละเอียด	ค่า	การกำหนดค่า	มาตรวัด
4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม	8	4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale
5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม	8	5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม			
6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้	8	6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้			
7. การแบ่งเนื้อหาการเรียนลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง	8	7. การแบ่งเนื้อหาการเรียนลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง			
8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา	8	8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา			
9. ชุดการเรียนรู้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน	8	9. ชุดการเรียนรู้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน			

ชื่อ	ความกว้าง	รายละเอียด	ค่า	การกำหนดค่า	มาตรวัด
10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้	8	10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนนี้	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale

#### หมายเหตุ

1. missing value ของเลขที่แบบสอบถาม ใช้ 999
2. missing value ของตัวแปรอื่นนอกจากเลขที่แบบสอบถาม ใช้ 9



## ภาคผนวก จ.

## การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติ/คำสั่งของโปรแกรม SPSS

ส่วนที่	รายการ/ตัวแปร	ลักษณะเครื่องมือ	สถิติ/คำสั่งของโปรแกรม
1	คะแนนสอบปลายภาคเฉพาะหัวข้อ คลื่น เสียง และ แสง	มาตราส่วนประเมิน ค่า (rating scale)	ค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$ ) ค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ทดสอบ ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ ของคะแนนในแต่ละกลุ่ม Analyze/Compare Means/ Independent-Samples T-Test
2	ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบ แบบสอบถาม	ตรวจสอบรายการ (check-list)	ค่าความถี่สรุปเป็นคำร้อยละ Analyze/Descriptive Statistics/Frequencies
3	แสดงระดับความเหมาะสมตามความคิด เห็นของนักศึกษา 1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมี ความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อ การใช้งาน 2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความ สะดวกและรวดเร็ว 3. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมี ความเหมาะสมและชัดเจน 4. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมี ความเหมาะสมและสวยงาม 5. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมี ความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิด การติดตาม 6. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุม	มาตราส่วนประเมิน ค่า (rating scale)	ค่าความถี่สรุปเป็นคำร้อยละ Analyze/Descriptive Statistics/Frequencies ค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$ ) ค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) Analyze/Descriptive Statistics/Descriptives

ส่วนที่	รายการ/ตัวแปร	ลักษณะเครื่องมือ	สถิติ/คำสั่งของโปรแกรม
	<p>เนื้อหาการเรียนรู้</p> <p>7. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง</p> <p>8. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา</p> <p>9. ชุดการเรียนรู้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน</p> <p>10. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ชุดการเรียนรู้</p>		

## ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-สกุล นางปรีชา อนุพงษ์อองอาจ

### ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2525 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสายปัญญา กรุงเทพมหานคร  
 พ.ศ. 2529 กศ.บ.(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน  
 พ.ศ. 2535 วท.ม.(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

### ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2535-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

### ประวัติการวิจัย

1. การพัฒนาระบบตรวจวัด บันทึกผลและแสดงผลของเครื่องตรวจวัดเสียงการทำงานของหัวใจ ด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์ (DEVELOPMENT OF HEART SOUND DATA RECORDER AND MONITOR BY MICROCOMPUTER SYSTEM)
2. การพัฒนาระบบควบคุมของเครื่องดูดของเหลวโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM OF SUCTION MACHINE BY MICROCONTROLLER)
3. ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 (ไฟฟ้า แม่เหล็ก) (E-LEARNING FOR PHYSICS 2 : ELECTROMAGNETICS)

### รางวัลที่ได้รับ

1. ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 (ไฟฟ้า แม่เหล็ก) ได้รับรางวัลชมเชยจาก โครงการ E-LEARNING COURSEWARE DESIGNED BY YOU ครั้งที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2549 จัดโดย มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 3 เมษายน 2550

## ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-สกุล นายเสมา สอนประสม

### ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2523 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี  
 พ.ศ. 2527 วท.บ.(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
 พ.ศ. 2533 วศ.ม.(นิวเคลียร์เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2533 –ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

### ประวัติการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 (ไฟฟ้า แม่เหล็ก) (E-LEARNING FOR PHYSICS 2 : ELECTROMAGNETICS)
2. การศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องมอนิเตอร์ภาวะการหยุดหายใจในเด็กทารก (A STUDY THE DESIGN AND CONSTRUCTINO OF INFANTS APNEA MONITOR)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University