



## การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล

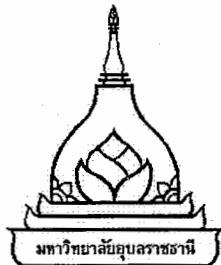


สังคม นุญอาจ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

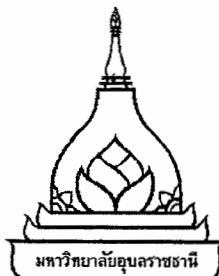


**THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA  
FOR MECHANICAL WAVE TEACHING**

**SANGKOM BUNART**

**AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION FACULTY OF SCIENCE  
UBON RAJATHANE UNIVERSITY  
YEAR 2008**

**COPYRIGHT OF UBON RAJATHANE UNIVERSITY**



ในรับรองการค้นคว้าอิสระ<sup>๑</sup>  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
บริษัทฯ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภาษาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล

ผู้วิจัย นายสังคม บุญอาจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ นุตโธ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ นิยมพันธุ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาร ไชยณรงค์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราษ)

..... คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2550

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จลงด้วยดีเพาะได้รับการประทิธิ์ประสาทจากคณาจารย์  
ทุกท่าน ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม พิพราช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นานินทร์ นุต  
โร ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ ข้อคิด แนวทาง และวิธีการต่าง ๆ รวมทั้งตรวจสอบแก้ไข  
เนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์ตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชค จิตรังสี ประธานกรรมการบริหาร  
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณไถ อธิวัฒน์ ที่ช่วยกรุณาสละเวลาให้  
คำแนะนำ ทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านและขอรับ  
ขอบพระคุณบุคลากรผู้ให้ชีวิตและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่มิได้  
กล่าวนามไว้ในที่นี้ ซึ่งทั้งหมดมีส่วนอย่างมากที่ทำให้งานค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

๙๗๘ ๒๕๖๔ ✓

(นายสังคม บุญอาจ)

ผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

**ชื่องานวิจัย** : การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot

**โดย** : สังคม บุญอาจ

**ชื่อปริญญา** : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** : วิทยาศาสตรศึกษา

**ประธานกรรมการที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันินทร์ นุตโร

**คัพท์สำคัญ** : มัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และใช้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนและศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนครพนวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ที่เรียนพิสิกส์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงในห้องที่มีนักเรียนทั้งระดับอ่อน ปานกลาง และ เก่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot แบบทดสอบ และ แบบสอบถาม ความคิดเห็นสำหรับผู้เรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot โดยใช้ข้อมูลสถิติ t-test ใน การวิเคราะห์และค่าร้อยละ ใน การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็น

จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยมีค่าเฉลี่ยของความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 40.92 และค่า  $t = -24.54$  ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกlot ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

## ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA  
FOR MECHANICAL WAVE TEACHING  
BY : SANGKOM BUNART  
DEGREE : MASTER OF SCIENCE  
MAJOR : SCIENCE EDUCATION  
CHAIR : ASST.PROF.UDOM TIPARAT, Ph.D.

KEYWORDS : MULTIMEDIA FOR MECHANICAL WAVE TEACHING

The objective of this study was to create the multimedia for mechanical wave teaching for Mathayomsuksa 5 and it was tested between pretest and posttest for finding achievement of students' learning. In addition, this study was to access students attitude for multimedia for mechanical wave teaching

A group of sample was 40 students in Mathayomsuksa 5 at Nakhonphanom-wittayakhom school who studied physics in the first semester 2007 academic year. A group of student with different level in performance (i.e strong, medium and weak students) was selected. The tool for this study were the multimedia for mechanical wave teaching instruction and exampaper. T-test and percentage were used as tool for achievement in learning and attitude questionnaire analysis.

From the result, we found that after learning though multimedia for mechanical wave teaching, almost students could have higher marks than before. The average percentage of progress is about 40.92 % and t-test value is -24.54. The difference is significant at 0.05 level. Student's agreement with multimedia for mechanical wave teaching is strongly agreement of its standard.

## สารบัญ

|                    |          |
|--------------------|----------|
| <b>หน้า</b>        |          |
| กิตติกรรมประกาศ    | ก        |
| บทคัดย่อภาษาไทย    | ข        |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค        |
| <b>สารบัญ</b>      | <b>ง</b> |
| สารบัญตาราง        | น        |
| สารบัญภาพ          | ษ        |
| <b>บทที่</b>       | <b>บ</b> |

### **1 บทนำ**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย        | 3 |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย            | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย              | 4 |
| 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ                | 4 |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น               | 4 |
| 1.7 ประโยชน์จากการวิจัย            | 4 |

### **2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 2.1 ชุดบทเรียนมัลติมีเดีย | 6  |
| 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 25 |

### **3 วิธีการดำเนินการวิจัย**

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง            | 28 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย         | 28 |
| 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 29 |
| 3.4 การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล | 34 |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล                 | 34 |

### **4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                     | หน้า       |
|-----------------------------------------------------|------------|
| <b>5 สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ</b>                |            |
| 5.1 สรุปผล                                          | 40         |
| 5.2 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข                     | 41         |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ                                      | 41         |
| <b>เอกสารอ้างอิง</b>                                | <b>43</b>  |
| <b>ภาคผนวก</b>                                      |            |
| ก แผนการจัดการเรียนรู้                              | 46         |
| ข เอกสารใบงาน ในความรู้ ภาพสื่อมัลติมีเดียคลิ้นกล   | 62         |
| ค แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลิ้นกล          | 101        |
| ง เฉลยคำตอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลิ้นกล | 108        |
| จ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน             | 110        |
| ฉ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์        | 113        |
| <b>ประวัติผู้วิจัย</b>                              | <b>114</b> |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                              | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากสื่อมัลติมีเดียคู่กับกลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบเดิมๆ | 35   |
| 4.2 ค่าทางสถิติที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 For window                                    | 37   |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนค่าว้อยละ                                             | 38   |

## สารบัญภาพ

**ภาพที่**

**หน้า**

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3 การกำหนดเนื้อหา                                                                                                     | 29 |
| 3-2 ลำดับการนำเสนอของเนื้อหา                                                                                            | 30 |
| 3-3 ตัวอย่างใบงานหนึ่ง                                                                                                  | 32 |
| ข-1 ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียคลิปสื่อนามิ                                                                                 | 97 |
| ข-2 ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียที่แสดงคุณสมบัติคลิปกลในสีน้ำเงิน เชือก การแทรกสอด การโพราไร์เซชันของคลิป                    | 98 |
| ข-3 สื่อมัลติมีเดียที่แสดงคุณสมบัติคลิปกลเรื่องการเลี้ยวเบน คลิปนึงในสีน้ำเงิน เชือก ตาคลิปน้ำขัง การรวมคลิปในสีน้ำเงิน | 99 |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาสร้างคน คนสร้างชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีบทบาทสำคัญ ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และประเทศ และยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในประเทศของเราเป็นอย่างยิ่ง การจัดการศึกษาจึงต้องมุ่งเน้นสร้างคนเพื่อพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าทันนานาอารยประเทศทั่วโลก ไม่ว่าทางด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ ช่วยให้พลเมืองสามารถดำรงชีวิตอย่างมีความสุข [1]

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มีความมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นนุชนุรธาตุทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม ใน การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้ และพัฒนาตนเอง ได้ตามศักยภาพของตนเอง และโดยถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้จะต้องมุ่งส่งเสริมให้สามารถพัฒนาตนตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ เน้นความรู้ คุณธรรม และกระบวนการเรียนรู้ ที่บูรณาการตามความเหมาะสม โดยให้สถานศึกษาจัดสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความต้องการของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการประสานความร่วมมือกับบุคลากร ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ ส่วนการประเมินผลการพัฒนาผู้เรียนนั้น ให้พิจารณาจากการพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบภาคความรู้ควบคู่กันไปในกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียน มีความรู้ความคุ้มครอง [2]

จากการดำเนินงานที่ผ่านมา พบร่วมกันว่า การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหา วิชาการ ไม่เน้นกระบวนการคิด การพิจารณาไตรตรอง การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และขาดการบูรณาการเชื่อมโยงระหว่างภูมิปัญญาท่องถิ่นกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย นอกจากนี้ผลการประเมินคุณภาพของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอก (องค์กร น้ำชา) หรือ สมศ. พบร่วมกันว่า มาตรฐานที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ คือมาตรฐานการคิดวิเคราะห์และปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีนโยบายปรับปรุงการเรียนเปลี่ยนการสอน

ครูผู้สอนจึงควรมีบทบาทสำคัญที่จะพัฒนาการสอน และพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนเรียนในการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ ดังนี้

(1) จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนรู้จากการเรียนรู้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ เน้นการปฏิบัติจริง และลดการท่องจำ เพื่อพัฒนาความสามารถอ่าย่างเต็มศักยภาพ

(2) ปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ โดยสอดแทรกไปในการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมเสริม ตลอดจนปฏิบัติตามเป็นแบบอย่างที่ดี

(3) รู้จักนำสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่าย และน่าสนใจ

(4) จัดกิจกรรมส่งเสริมรักการอ่าน จัดให้มีแหล่งเรียนรู้ ภายในห้องเรียน โรงเรียน รวมทั้งจัดบรรยายภาคให้อือด่อการเรียนรู้ของนักเรียน [3]

โดยสถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้รับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยสาขาวิชาฟิสิกส์รับผิดชอบในส่วนของสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ (เพิ่มเติม) ส่วนที่เป็นสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ กับสาระที่ 5 พลังงาน ปัจจัยในการเรียนคู่มือครุภัณฑ์ฟิสิกส์ ในส่วนที่เป็นสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ กับสาระที่ 5 พลังงานนั้น เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจะต้องมีการจัดการเรียนรู้ มีการนำเข้าสู่บทเรียน โดยมีการแสดงอุปกรณ์กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษา กิจกรรมเหล่านี้มีตั้งแต่ทบทวนความรู้เดิม การสาธิตที่กระทำโดยผู้เรียนและผู้สอน การทดลอง การอภิปรายร่วมกัน การสืบค้นข้อมูล ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในเรื่องคลื่นกอกผู้ทำการวิจัยพบว่า ในการสาธิตตามคลื่นน้ำ เพื่อแสดงคลื่นน้ำ และแสดงการสะท้อน การหักเห การสอดแทรก การเลี้ยวเบน ถึงแม้ว่าเป็นอุปกรณ์จริงแสดงให้เห็นจริง แต่นักเรียนยังมีปัญหาในการมองการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำไม่ทันและไม่ชัดเจน ตามที่ หรือไม่มีสามารถในการเรียน เพื่อนบังหรือนักเรียน ไม่สนใจอุปกรณ์จริงแสดงให้เห็นจริง แต่นักเรียนยังมีปัญหาในการมองการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำที่เร็วและมีขนาดเล็ก มองเห็น อธิบายเฉพาะจุด ด้านบนเพราคลื่นเคลื่อนที่ ภาพที่เห็นไม่ชัด คุยกัน ถ้าคลื่นน้ำมีขนาดเล็ก ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ไม่ชัดเจน บางการทดลองก็ทดลองไม่ได้ผล เพราะเครื่องมือการทดลองไม่มีประสิทธิภาพ พอทำให้ผู้เรียนเรียนไม่เข้าใจ จากปัญหานี้ผู้วิจัยคิดว่าสื่อมัลติมีเดียที่สามารถนำเสนอได้ทั้งข้อความ เสียงภาพนิ่ง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวแบบวิดีทัศน์ในลักษณะของสื่อหลายมิติที่มีความเหมือนจริง ซึ่งเหมาะสมในการนำมาใช้นำเสนอในส่วนของการทดลองอีกทั้งยังมีการเชื่อมโยงหลายมิติ ซึ่งช่วยสนับสนุนการสร้างความรู้และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ได้กวดขันความรู้และหลากหลายข่ายอย่างรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับขั้นตอนซึ่งถือเป็นการ

ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้อย่างมาก จากหลักการและแนวคิดดังกล่าว ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนา สื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกลขึ้น โดยยึดหลักสื่อประสมประสาน โดยใช้ก้าล่องวีดีโอผลิตสื่อ ถ่ายคลื่นน้ำ จากภาคลื่นน้ำพัฒนาตัดต่อภาพยกตัวเรื่องคลื่นจากภาพยกตัวเรื่องเป็นสิ่งเร้าในการเรียนรู้ แล้วฉายขึ้นจอプロジェกเตอร์ แล้วใช้เทคนิคทำให้ภาพเคลื่อนที่ซ้ำๆ และขยายภาพให้ชัดขึ้น หรือจับภาพให้หยุดนิ่งเพื่อคุณสมบัติของคลื่น และการไปถ่ายคุณสมบัติคลื่นน้ำจากสถานที่จริงมาให้นักเรียนดู ถ่ายคลื่นในเส้นเชือกคลื่นในสปริงการนำภาพเคลื่อนไหวเรื่องคลื่นมาประกอบการสอน การสร้างเว็บลิงค์เพื่อลิงค์คุณสมบัติของคลื่นกลจากแหล่งความรู้ทั่วโลกเพื่อให้ครบจุดประสงค์การเรียนรู้ มาฉายให้นักเรียนดูบนจอプロジェกเตอร์ ทำให้เด็กมีสามารถที่จุดเดียวมีการจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างเดียวกัน ให้กับผู้เรียน มีการสร้างสิ่งเร้า มีการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน มีแบบฝึกให้นักเรียนทำ หลังคลื่นสื่อมัลติมีเดีย มีใบความรู้ประกอบการสอน มีแบบสอบถามตามเจตคติหลังเรียน การใช้มัลติมีเดีย เป็นสื่อทางการสอนจะเป็นการส่งเสริมการสอนที่มีลักษณะ การสอนโดยสื่อประสม ซึ่งสามารถ นำเสนอเนื้อหาได้ลึกซึ้งกว่าการบรรยายแบบปกติ ผู้วิจัยเชื่อว่าเครื่องมือนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ที่เหมาะสม สามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์แก่สังคมได้อย่าง เหมาะสม และเป็นเยาวชนที่ดีของชาติต่อไป [4]

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 สามารถสร้างสื่อมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกลไปใช้สอนได้
- 1.2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น
- 1.2.3 นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ดีขึ้น

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

- 1.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนครพน วิทยาคม ที่เรียน โดยใช้มัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล ในรายวิชาฟิสิกส์ สาระการเรียนรู้ พื้นฐาน ว 42201 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

- 1.3.2 ความพึงพอใจนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียน โดยใช้สื่อการสอนมัลติมีเดีย สำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

#### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม สาขาวิชาศาสตร์-คณิต ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน
- 1.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน เลือกเอาทั้งหมด
- 1.4.3 การวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอล เป็นการศึกษาการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ว 42201 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม

#### 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนนครพนมวิทยาคมปีการศึกษา 2550 เป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง เพราะในกลุ่มตัวอย่างมีทั้งนักเรียนที่เรียนค่อนข้างอ่อน ปานกลาง และเก่งคล่องกัน

#### 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.6.1 นักเรียนหมายถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนนครพนมวิทยาคม
- 1.6.2 สื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกอลหมายถึงอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเฉพาะ เพื่อใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคลื่นกอลของนักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม
- 1.6.3 วิชาฟิสิกส์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ว 42201 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 มีสาระการเรียนรู้ คือ ของไอล ความร้อน คลื่นกอล

#### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.7.1 ได้สื่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอล โดยใช้การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอล เป็นเรื่องต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสำหรับการผลิตสื่อในเรื่องอื่น ๆ ได้

1.7.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกกดีขึ้นเมื่อใช้สื่อการสอน มัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกกด

1.7.3 นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับพอใจมากเมื่อใช้สื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับ การสอนเรื่องคลื่นกกด

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการเรียนการสอนพิสิตร์เรื่องกลีนกล สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ว 42201 ด้วยสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องกลีนกล ที่ผู้รายงานใช้นั้น ผู้รายงานได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อดังไปนี้

#### 2.1 ชุดบทเรียนมัลติมีเดีย

#### 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 2.1 ชุดบทเรียนมัลติมีเดีย

ความหมายของมัลติมีเดีย มนต์ชัย (2539: 11) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ การนำเสนอข้อมูล ด้วยคอมพิวเตอร์ในลักษณะของสื่อหลายอย่าง อย่างผสมผสานกันตลอดจนการนำเสนอระบบ โดยต้องกับผู้ใช้มาผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างลงตัว พลลอก (2541:11) ได้กล่าวถึงมัลติมีเดียไว้ว่ามัลติมีเดีย คือการใช้คอมพิวเตอร์สื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความกราฟิก (Graphic) เสียง ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และ วีดีโอ (Video) เป็นต้น และผู้ใช้สามารถควบคุมสื่อเหล่านี้ให้แสดงออกตามต้องการ ได้ ระบบนี้จะเรียกว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) การปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้

ทวีศักดิ์ (2546:2) กล่าวว่ามัลติมีเดีย หมายถึงการนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกันซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว(Animation) เสียง (Sound) และวีดีโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมาย กับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และ ได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน สามารถกระทำได้ โดยผ่านทางคีย์บอร์ด (Keyboard) เม้าส์ (Mouse) หรือตัวชี้ (Pointer) เป็นต้องการใช้มัลติมีเดียในลักษณะปฏิสัมพันธ์ก็เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ หรือทำกิจกรรม รวมถึง คุ้สื่อต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ สื่อต่าง ๆ ที่นำมาร่วมไว้ในมัลติมีเดีย เช่น ภาพเสียงวีดีโอ เป็นต้น จะช่วยให้เกิดความหลากหลายในการใช้คอมพิวเตอร์ อันเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในแนวทางใหม่ที่ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจและเร้าความสนใจเพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้มากขึ้นจากความหมายของมัลติมีเดียข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มัลติมีเดียเป็นสื่อหลายแบบ เป็นเทคโนโลยีที่

ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถผสมผสานกัน ระหว่างข้อความ ข้อมูลตัวเลข ภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว และเสียงไว้ด้วยกันตลอดจน การนำเอาระบบ トイตอบกับผู้ใช้มาผสมผสานเข้ากัน

### 2.1.1 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

2.1.1.1 ข้อความหรือตัวอักษร (Text) ถือว่า เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ที่สำคัญ ในการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย โปรแกรมประยุกต์โดยมากมีตัวอักษรให้ผู้เขียนเลือกได้หลาย ๆ แบบ และสามารถที่จะเลือกสีของตัวอักษร ได้ตามต้องการ การ トイตอบกับผู้ใช้ก็ยังนิยมใช้ตัวอักษร รวมถึง การใช้ตัวอักษรในการเชื่อมโยงไปนำเสนอเสียง ภาพกราฟิก หรือเล่นวิดีโอทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้ตัวอักษรยังสามารถนำมารวบเป็นลักษณะของเมนู (Menu) เพื่อให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะศึกษาได้ โดยคลิกไปที่บริเวณกรอบสี่เหลี่ยมของมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ตัวอักษรหรือข้อความ เป็นส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาของมัลติมีเดียใช้แสดงรายละเอียด หรือเนื้อหาของเรื่องที่นำเสนอ ซึ่งปัจจุบันมีหลายรูปแบบ

2.1.1.2 ข้อความที่ได้จากการพิมพ์เป็นข้อความปกติที่พิมพ์ได้ทั่วไปได้จากการพิมพ์ ด้วยโปรแกรม ประมวลผลงาน (Word Processor) เช่น notepad , text Editor , microsoft word โดยตัว อักษรแต่ละตัวเก็บในรหัส เช่น ASCII

2.1.1.3 ข้อความอิเล็กทรอนิกส์ เป็นข้อความที่พัฒนาให้อยู่ในรูปสื่อที่ใช้ ประมวลผลได้

2.1.1.4 ข้อความไฮเปอร์เทกซ์ (Hypertext) เป็นรูปแบบของข้อความที่ได้รับความนิยมสูงมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะการเผยแพร่เอกสารในรูปของเอกสารเว็บเพจ เนื่องจากสามารถใช้เทคนิค การลิงค์ หรือเชื่อมข้อความไปยังข้อความหรือจุดอื่น ๆ ได้

2.1.1.5 ภาพนิ่ง (Still Image) เป็นภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพวาดและภาพลายเส้น เป็นต้น ภาพนิ่งนับว่ามีบทบาทต่องานในระบบมัลติมีเดียมากกว่าข้อความ หรือตัวอักษร ทั้งนี้เนื่องจากภาพที่ให้ผลในเชิงการเรียนรู้หรือรับรู้ด้วยการมองเห็น ได้ดีกว่า และยังสามารถถ่ายทอดความหมายได้ลึกซึ้งมากกว่าข้อความหรือตัวอักษร เนื่องจากข้อความหรือตัวอักษร จะมีข้อจำกัดทางด้านความแตกต่างของแต่ละภาษา แต่ภาพสามารถถือความหมายได้กับทุกภาษา

2.1.1.6 คลิปอาร์ต (Clipart) เป็นรูปแบบของการจัดเก็บภาพจำนวนมาก ๆ ในลักษณะของตารางภาพ หรือห้องสมุดภาพ หรือคลังภาพ เพื่อเรียกใช้สืบคัน ได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว

2.1.1.7 HyperPicture มักจะเป็นภาพชนิดพิเศษที่พิมพ์ได้ บนสื่อมัลติมีเดีย มีความสามารถเชื่อมโยงไปยังเนื้อหา หรือรายละเอียดอื่น ๆ มีการกระทำ เช่น คลิก หรือเอ้าเม้าส์มา ไว้เหนือตำแหน่งที่ระบุ (Over) สำหรับการจัดหาภาพหรือเตรียมภาพก็มีหลากหลายวิธี เช่น การ

สร้างภาพเองด้วยการใช้โปรแกรมสร้างภาพ เช่น Adobe Photoshop , PhotoImpact , Corel Draw หรือการนำภาพจากอุปกรณ์ เช่นกล้องถ่ายภาพดิจิตอล กล้องวีดีทัศน์ดิจิตอล หรือสแกนเนอร์

2.1.1.8 ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หมายถึง ภาพกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการสร้างจินตนาการให้เกิดแรงจูงใจจากผู้ชม เช่น การเคลื่อนที่ของอะตอมภายในโมเลกุล หรือการเคลื่อนที่ของลูกสูบของเครื่องยนต์ เป็นต้น ดังนั้นภาพเคลื่อนไหวจึงมีขอบข่ายตั้งแต่การสร้างภาพด้วยกราฟิกอย่างง่าย พร้อมทั้งการเคลื่อนไหวกราฟิกนั้นจนถึงกราฟิกที่มีรายละเอียดแสดงการเคลื่อนไหวโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวในวงการธุรกิจก็มี Auto Desk Animation ซึ่งมีคุณสมบัติทั้งในด้านของการออกแบบกราฟิกและสามารถนำไปใช้ในมัลติมีเดียตามต้องการ

2.1.1.9 เสียง (Sound) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญโดยจะถูกจัดเก็บในรูปสัญญาณดิจิตอล ซึ่งสามารถเล่นกลับไปกลับมาได้ หากในงานมัลติมีเดียนิการใช้เสียงที่เร้าใจและสอดคล้องกับเนื้อหาในการนำเสนอ จะช่วยให้ระบบมัลติมีเดียนั้นเกิดความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ช่วยสร้างความน่าสนใจ น่าติดตามในเรื่องราวต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ลักษณะของเสียงประกอบด้วย

2.1.1.10 คลื่นเสียงแบบออดิโอ (Audio) ซึ่งมีฟอร์แมตเป็น การบันทึกจะบันทึกตามลูกคลื่นเสียง โดยมีการแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิตอล และใช้เทคโนโลยีการบีบอัด เสียงให้เล็กลง (ซึ่งคุณภาพก็ต่ำลงด้วย)

2.1.1.11 เสียง CD เป็นรูปแบบการบันทึกที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ เสียงที่บันทึกลงในแผ่น CD เพลงต่าง ๆ

2.1.1.12 MIDI (Musical Instrument Digital Interface) เป็นรูปแบบของเสียงที่แทนเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ สามารถเก็บข้อมูลและให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์สร้างเสียงตามตัวโน้ต เสมือนการเล่นของเครื่องเล่นดนตรีนั้นเทคโนโลยีเกี่ยวกับเสียงประกอบด้วย การบันทึกข้อมูลเสียงโดยเสียงที่ทำงานผ่านคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมี 2 รูปแบบคือ

1) Synthesize Sound เป็นเสียงที่เกิดจากตัววิเคราะห์เสียง ที่เรียกว่า MIDI โดยเมื่อตัวโน้ตทำงาน คำสั่ง MIDI จะถูกส่งไปยัง Synthesize Chip เพื่อทำการแยกเสียงว่า เป็นเสียงดนตรีชนิดใดขนาดไฟล์ MIDI จะมีขนาดเล็กเนื่องจากเก็บคำสั่งในรูปแบบง่าย ๆ

2) Sound Data เป็นเสียงจากที่มีการแปลงจากสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital โดยจะมีการบันทึกตัวอย่างคลื่น (Sample) ให้อยู่ที่ไดท์หนึ่งในช่วงของเสียงนั้น ๆ และการบันทึกตัวอย่างคลื่นเรียงกันเป็นจำนวนมาก เพื่อให้มีคุณภาพที่ดี ก็จะทำให้ขนาดของไฟล์โตตามไปด้วยฟอร์แมตในการจัดเก็บ (File Format) มีหลากหลายรูปแบบโดยมีส่วนขยาย (นามสกุล)

ที่เป็นมาตรฐานในการระบุ ได้แก่ มาตรฐานการบีบอัดข้อมูล เสียงที่มีคุณภาพดีมักจะมีขนาดโต จึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง มาตรฐานการบีบอัดข้อมูล ได้แก่

- ADPCM-Adaptive Differential Pulse Code Modulation โดยจะทำการบีบอัดข้อมูลที่มี การบันทึกแบบ 8 หรือ 16 บิต โดยอัตราการบีบอัดประมาณ 4:1 หรือ 2:1
- U-law, A-law เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดย CCITT สามารถบีบอัดเสียง 16 บิต ได้ในอัตรา 2:1

- MACE มีจุดเด่น คือ บีบอัดและขยายข้อมูลให้มีขนาดเท่าเดิม ได้ จึงใช้ได้เฉพาะข้อมูลเสียง 8 บิต อัตราการบีบอัด คือ 3:1 และ 6:1 อย่างไรก็ตามคุณภาพเสียงไม่ดี เท่าที่ควร และทำงานได้ เฉพาะกับ Mac เท่านั้น

- MPEG เป็นมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลที่นิยมมากในปัจจุบัน โดย ชื่อนี้เป็นชื่อย่อของทีมงานพัฒนา Moving Picture Export Group โดยปัจจุบันมีฟอร์แมตที่นิยมคือ MP3 (MPEG1AudioLayer3) ซึ่งก็คือ เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลเสียงของมาตรฐาน MPEG 1 นั่นเอง เป็นไฟล์ที่นิยมใช้กับเครื่องข่ายอินเตอร์เน็ตด้วย

2.1.1.13 วีดีทัศน์ (Video) เป็นสื่ออิกรูปแบบหนึ่งที่นิยมใช้กับเทคโนโลยี วัสดุมีเดียเนื่องจากสามารถแสดงผลได้ทั้งภาพเคลื่อนไหวและเสียงไปพร้อมๆ กันทำให้เกิดความ น่าสนใจ ในการนำเสนอ การใช้มัตติมีเดียในอนาคตจะเกี่ยวข้องกับการนำเสนอภาพยนต์วีดีทัศน์ ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิตอลรวมเข้าไปกับโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้น โดยทั่วไปของวีดีทัศน์จะ นำเสนอค่าวремเวลาจริงที่จำนวน 30 ภาพต่อวินาที ในลักษณะนี้เรียกว่า วีดีทัศน์ดิจิตอล (Digital video) คุณภาพของ วีดีทัศน์ดิจิตอลจะเห็นได้ทัดเทียมกับคุณภาพที่เห็นจากโทรทัศน์ ดังนั้นวีดีทัศน์ ดิจิตอลและเสียงจึงเป็นเทคโนโลยี, ที่ผนวกเข้าไปสู่การนำเสนอ และ เขียนโปรแกรมมัตติมีเดีย วีดี ทัศน์ สามารถ นำเสนอได้ทันทีด้วยซอฟต์แวร์ ในขณะที่เสียงสามารถเล่นออกไปยังลำโพง ภายนอกได้ โดยผ่านการ์ดเสียงซึ่ง หลักสำคัญของวีดีทัศน์มีหัวข้อที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) Video File Format เป็นรูปแบบ ที่ใช้บันทึก ภาพ และ เสียงที่ สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้โดย มีหลายรูปแบบ ได้แก่ AVI (Audio/Video Interleave) เป็น ฟอร์แมตที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟต์ เรียกว่า video for windows มีนามสกุลเป็น AVI ปัจจุบัน มีโปรแกรมแสดงผลติดตั้งมาพร้อมกับชุด Microsoft Windows คือ Windows Media Player

2) MPEG-Moving Picture Experts Group รูปแบบของไฟล์ที่มีการบีบอัดไฟล์ เพื่อให้มีขนาดเล็กลงโดยใช้เทคนิคการบีบข้อมูลแบบ Inter Frame หมายถึง การนำความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละภาพมาบีบและเก็บ โดยสามารถบีบข้อมูลได้ถึง 200 : 1 หรือเหลือข้อมูล เพียง 100 Kb/sec โดยคุณภาพยังคงดีอยู่ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดย MPEG-1 มีนามสกุล คือ .MPG

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือชุดบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการสอนประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (มนต์ชัย, 2543: 54-59)

(1) บทนำเรื่อง (Title) ประกอบด้วย ภาพนำเรื่อง ชื่อเรื่อง และเทคนิคต่าง ๆ ประกอบส่วนนี้เป็นส่วนแรกของบทเรียนที่สร้างความสนใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนตามหลักการของ โรเบิร์ต ก้าย กล่าวว่า ในขั้นนี้จะต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ทั้งภาพเคลื่อนไหวภาพกราฟิก สี เสียง ผสมผสานกัน เพื่อเร่งร้าความสนใจของผู้เรียน ด้วยการนำเสนอสื่อต่าง ๆ ในเวลาอันสั้น กระชับ และตรงจุด ซึ่งอาจตามด้วยชื่อหัวข้อเรื่องบทเรียนแล้ว อาจจะถูกตัดออกก็ได้ ไว้บนจอภาพ จนกระทั่งผู้เรียนกดเป็นได ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นการเริ่มต้นบทนำเรื่อง จึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียน ติดตามบทเรียนผู้ออกแบบบทเรียน จึงควรให้ความสนใจในการนำเสนอภาพ ข้อความ และเทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยสร้างความสนใจได้สูง อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้เวลาในการนำเสนอมากเกินไป ผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายได้

(2) คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) เป็นส่วนที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการใช้บทเรียน และการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เมาส์ ตลอดจนการคิดคະแผนและการเก็บรักษานาฬิกา เป็นต้น ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนเห็นว่ามีความจำเป็นที่ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียน โดยไม่เกิดการเสียหายต่อบทเรียน และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียนในส่วนนี้ควรนำเสนอด้วยข้อความสั้น ๆ กระชับ เป็นทางการ และไม่ควรใช้เทคนิคพิเศษ แต่อย่างใด แต่อาจจะใช้เทคนิคพิเศษในการปฏิสัมพันธ์บ้างก็ได้ เมื่อเห็นว่าคำชี้แจงส่วนนี้สามารถสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมได้ เช่น การใช้เมาส์ อาจสร้างสถานการณ์จำลองการใช้เมาส์ เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนคุ้นเคยก่อนใช้งาน เป็นต้น

(3) วัตถุประสงค์ (Objective) ในส่วนนี้กำหนดไว้ให้ผู้เรียนได้ทราบความคาดหวังของบทเรียน หรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อสิ้นสุดบทเรียน โดยระบุเป็นวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมตามหลักการเรียนรู้ จึงถือว่าวัตถุประสงค์มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นเป้าหมายที่บทเรียนกำหนดไว้ให้ผู้เรียน ไขว่คว้าให้บรรลุตามเป้าหมายนั้น จำนวนข้อของวัตถุประสงค์ขึ้นอยู่กับปริมาณของเนื้อหาที่ได้ไว้กระทำ แม้ว่าตั้งแต่ขั้นตอนแรก ๆ การนำเสนอวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมในส่วนนี้ อาจจะนำเสนอครั้งละข้อ หรือเสนอครั้งเดียวครบทุกข้อก็ได้ แต่ไม่ควรใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากนัก

(4) รายการให้เลือก (Main menu) เป็นส่วนที่แสดงหัวข้อเรื่องข้อย ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามลำดับก่อนหลังหรือตามความสามารถของตนเอง (ถ้าบทเรียนเปิดโอกาสให้เลือก) ส่วนนี้ประกอบด้วยเฟรมข้อความพียงเฟรม ๆ เดียว โดยมีรายการให้เลือกด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ป้อนตัวเลขหรือตัวอักษร เลือกແຄบແສງ คลิกเมาส์ หรือวิธีการอื่น ๆ

ในกรณีที่บทเรียนมีเพียงหัวเรื่องเดียว โดยไม่มีหัวข้อย่อย ๆ ก็จะไม่ต้องมีรายการให้เลือกนี้ การนำเสนอในส่วนนี้อาจจะนำเสนอในลักษณะของ Learning Map ที่ได้ซึ่งหมายถึงการแสดงหัวเรื่องย่อยในลักษณะໄດ้อะแกรม เช่น บล็อกໄไดอะแกรม แสดงรายชื่อของหัวเรื่องย่อยทั้งหมดในรูปของความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องกันเพื่อแสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของหัวเรื่องทั้งหมด

(5) แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pretest) เป็นส่วนที่มีความสำคัญส่วนหนึ่ง เพื่อใช้ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้น ก่อนที่จะเริ่มเรียนว่ามีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ หรือมีอยู่ในระดับใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะนำผลการทดสอบไปใช้อย่างไร หรือไม่ เช่น นำไปใช้จัดลำดับการเข้าสู่บทเรียน ผู้ที่ได้คะแนนทดสอบค่อนข้างดี อาจจะข้ามบทเรียนบางส่วนแล้วไปเรียนในเนื้อหาส่วนที่ยากขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบของผู้เรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจจะถูกตัดสิทธิ์ไม่ให้เรียนหรือจะต้องเรียนตั้งแต่ต้นบทเรียนก็ได้แบบทดสอบที่นิยมใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรเป็นแบบที่ตรวจวัดง่ายและएபพลิเคชันแบบทดสอบได้สะดวก เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่บางกรณีอาจใช้แบบเดินคำตอบสั้น ๆ ที่ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาและวัสดุประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียน การพิจารณาว่าความมีแบบทดสอบก่อนบทเรียนหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนและลักษณะเนื้อหาวิชาเรื่องทั่ว ๆ ไป อาจจะไม่ต้องมีแบบทดสอบก่อนบทเรียนก็ได้

(6) เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้นับว่าเป็นส่วนสำคัญและใช้เวลามากกว่าส่วนอื่น ๆ เป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียนตามหลักการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของ Robert Gagne ได้เสนอแนะว่าควรใช้วิธีการนำเสนอด้วยภาพประกอบข้อความ โดยใช้คำาสร้างสรรค์บทเรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่บทเรียนกำหนดไว้ ส่วนประกอบของเนื้อหาบทเรียน จำแนกออกได้เป็น 3 ส่วน คือ เนื้อหาใหม่ (New Information) เพื่อช่วยเหลือ (Help frame) และ สื่อประกอบ (Performance Aids) ในส่วนของเนื้อหาใหม่ของบทเรียน จะนำเสนอเป็นเพรน ๆ ประกอบด้วยข้อความสั้น ๆ โดยพยายามใช้ภาพแทนคำพูดหรือคำอธิบายให้มากที่สุด ทั้งภาพจริง ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือกราฟิก นอกจากนี้ การนำเสนอเนื้อหาใหม่ยังต้องยึดหลักการเรียนรู้รายบุคคลได้แก่

6.1 การตรวจปรับเนื้อหา (Feedback) เกิดจากคำาณที่ใช้ระหว่างการนำเสนอเนื้อหาเพื่อดำเนินบทเรียนไปตามแนวทางที่กำหนดไว้ โดยใช้คำาณเพื่อตรวจปรับความเข้าใจในเนื้อหาเป็นระยะโดยใช้หลักประสบการณ์การเรียนรู้ จากสิ่งที่ง่ายไปสู่ยาก จากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

6.2 การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการนำเสนอบทเรียน เพื่อเสริมกำลังใจให้กับผู้เรียนและสนับสนุนตามบทเรียนภายหลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน โดยการนำเสนอในส่วนนี้อาจใช้คำพูด เช่น ถูก/ผิด ใช้รูปภาพ/กราฟิก หรือใช้คะแนนก็ได้

6.3 การสรุปเนื้อหา (Summary) เป็นส่วนที่มีความสำคัญยิ่ง ซึ่งใช้สรุปเนื้อหาหลังจากการนำเสนอเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ เพื่อสรุปประเด็นให้ผู้เรียนจะจำเนื้อหาส่วนนั้นไปใช้งานต่อไปเพื่อให้การตรวจปรับเนื้อหาระหว่างการนำเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถตอบสนองการเรียนรู้อย่างได้ผล จึงควรมีเฟรมช่วยเหลือ (Help Frame) เพื่อแนะนำวิธีการเรียนรู้หรือเลขคำตอบให้ผู้เรียนทราบในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้ เข้าใจคลาดเคลื่อน หรือตอบคำถูกผิด เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจเนื้อหาก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหacha งต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบแบบบทเรียนว่าจะตัดสินใจช่วยอย่างไรนอกจากนี้ยังควรมีสื่อประกอบเพื่อแนะนำวิธีการเรียนรู้ (Performance Aids) เช่น กรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ตอบคำถามไม่ได้ ผู้ออกแบบบทเรียนอาจจะกำหนดสื่อประกอบอย่างอื่น เช่น ให้เนื้อหาเพิ่มเติม หรือใช้สื่อย่างอื่น ๆ ช่วยเหลือและแนะนำวิธีการเรียนของผู้เรียน

(7) แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Posttest) เป็นส่วนที่อยู่ด้วยกับส่วนนำเสนอ เนื้อหา มีไว้เพื่อตรวจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Performance Test) เพื่อตรวจวัดและประเมินผลว่า ผู้เรียนบรรลุความตั้งใจที่ตั้งไว้หรือไม่ เพียงใด ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อาจจะออกแบบให้ไปเรียนซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้ หรือกลับไปสู่รายการให้เลือกใหม่ เช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนที่นิยมใช้แบบทดสอบชนิดเดือดตอบ เนื่องจากการแพร่ผลเป็นคะแนนทำได้ง่ายกว่าตัดสินใจทางการเรียน คือ ใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่ได้ศึกษานื้อหาผ่านไปแล้ว นอกจากนี้ยังใช้เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนตามหลักสิติการศึกษาที่นิยมหากคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลคะแนนทดสอบระหว่างบทเรียนและผลการทดสอบท้ายบทเรียนของผู้เรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือบทเรียนมัลติมีเดียที่ดี จึงควรมีแบบทดสอบท้ายบทเรียน

(8) บทสรุปและการนำไปใช้งาน (Summary and Application) เป็นส่วนสุดท้ายของบทเรียน ประกอบด้วยเพริมนนำเสนอข้อความที่สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ผ่านมาในบทเรียน เพื่อสรุปประเด็นต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน ที่จะสามารถนำไปใช้งานหรือนำไปใช้ศึกษาต่อไปในหัวเรื่องถัดไป หรือใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

การใช้มัลติมีเดียเพื่อเป็นสื่อทางการสอน ทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วัสดุ การสอนธรรมชาติ และสามารถเสนอเนื้อหาได้ลึกซึ้งกว่าการสอนที่สอนตามปกติ อาทิ การเตรียมนำเสนอไว้อย่างเป็นขั้นตอน และใช้สื่อประเภทภาพประกอบคำบรรยาย และการใช้

ข้อความในส่วนรายละเอียดพร้อมภาพเคลื่อนไหว หรือใช้วิดีทัศน์ เช่นนี้แล้วก็จะทำให้การสอน มีประสิทธิภาพสูงขึ้น Harfield และ Bitter (1994: 104 อ้างถึงใน พัลลภ, 2542: 12) ได้นำเสนอ คุณสมบัติเด่น 10 ประการของการใช้มัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ดังนี้

- (1) ส่งเสริมการเรียนด้วยตนเองแบบเชิงรุก (Active) กับสื่อนำเสนอการสอนแบบเชิงรับ (Passive)
- (2) สามารถเป็นแบบจำลองการนำเสนอตัวอย่างที่เป็นแบบฝึกและการสอนที่ไม่มีแบบฝึก
- (3) มีภาพประกอบ และมีปฏิสัมพันธ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น
- (4) สามารถพัฒนาการตัดสินใจและการแก้ปัญหาของนักเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) ยอมให้ผู้ใช้ ควบคุม ได้ด้วยตนเอง และมีระบบหลายแนวทางในการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ
- (6) สร้าง แรงจูงใจ และมีหลากหลายรูปแบบของการเรียน
- (7) มีสิ่งที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจ และเพิ่มศักยภาพในการคิด
- (8) จัดการด้านเวลา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่า
- (9) มีจำนวนของข้อมูลมากน้อยและหลากหลายรูปแบบ
- (10) มีการนำเสนอวัฒนธรรมแบบประสาน

ดังนั้นจึงอาจสรุปคุณค่าของมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน ได้ว่า มัลติมีเดียเป็นสื่อทางการเรียนที่มีขอบเขตกว้างขวาง เพิ่มทางเลือกในการเรียนการสอน สามารถตอบสนองรูปแบบของการเรียนของนักเรียนที่แตกต่างกัน ได้ สามารถจำลองสภาพการณ์ของวิชาต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ ได้นักเรียน ได้รับประสบการณ์จริงก่อนการลงมือปฏิบัติจริง สามารถที่จะทบทวนขั้นตอนและกระบวนการ ได้เป็นอย่างดี และนักเรียนสามารถที่จะเรียนหรือฝึกซ้ำ ได้ จึงกล่าวได้ว่า มัลติมีเดีย มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทางการเรียนและการสอนเกณฑ์ ศรัญญา (2544: 16) ได้กล่าวถึงคุณค่าของมัลติมีเดียเพื่อการสอนว่า มัลติมีเดียในปัจจุบัน เป็นนวัตกรรมด้วยนวัตกรรมที่มีการเดินต่อไปนี้ ทั้งด้าน hardware และซอฟท์แวร์ ราคาของมัลติมีเดียถูกกลงอย่างมาก ในขณะที่ทางด้านของประสิทธิภาพ เสียง และ วิดีทัศน์ ถูกพัฒนา ให้มีคุณภาพสูงขึ้น การเพิ่มศักยภาพของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกระทำ ได้ง่าย ส่วนในด้านของ ซอฟท์แวร์ทำงาน ได้ง่ายขึ้น และนำไปประยุกต์ใช้พัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ทางด้านการศึกษา ได้อย่างกว้างขวางขึ้นและง่ายขึ้น รวมถึงมีการนำมัลติมีเดีย เข้าไปเป็นส่วนหนึ่ง ในหลักสูตรและการสอน ความต้องการนำมัลติมีเดียไปใช้ในการฝึกอบรม หรือการเรียนการสอน มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ห้องเรียนมัลติมีเดียและรายวิชา ได้จัดขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของการเรียน การสอนตามสถานศึกษาต่าง ๆ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถหาซื้อมาเรียน หรือฝึกอบรมได้ด้วย

ตนเองมากขึ้น ส่วนหนึ่งใช้เสริมความรู้เดิม และอีกส่วนหนึ่งใช้สอนความรู้ใหม่แทนการไปนั่งฟัง การบรรยายในชั้นเรียนสรุปแล้วมัตติมีเดียโดยมากนำไปใช้เพื่อเพิ่มทางเลือกในการเรียน และสนองตอบรูปแบบการเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน และด้วยการออกแบบโปรแกรมแบบปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้สามารถนำเสนอสื่อได้หลายชนิดตามความต้องการของผู้เรียน จึงตอบสนองการเรียนด้วยตนเองแบบเชิงรุกได้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงก่อนลงมือปฏิบัติจริง และสามารถทั่วทุกทวนความรู้ต่าง ๆ หรือฝึกเรียนซ้ำได้ ส่วนการใช้มัตติมีเดียเป็นสื่อทางการสอน จะเป็นการส่งเสริมการสอนที่มีลักษณะการสอนโดยสื่อประสม ซึ่งสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ลึกซึ้ง กว่าการบรรยายแบบปกติ จึงอาจกล่าวได้ว่า มัตติมีเดียถูกนำมาเป็นสื่อที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันและอนาคตข้างหน้า

#### **วิธีการพัฒนาและสร้างชุดบทเรียนมัตติมีเดียเพื่อการสอนมีขั้นตอนดังนี้**

(1) กระบวนการออกแบบ และการสร้างชุดบทเรียนมัตติมีเดียเพื่อการสอนการออกแบบบทเรียน และการสร้างชุดบทเรียนมัตติมีเดียเพื่อการสอน มีขั้นตอนการพัฒนา 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบบทเรียน การสร้างบทเรียน การทดลองใช้ แทนการประเมินผลบทเรียน ซึ่งรายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ (นงนุช , 2535 : 4-6)

(2) การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนแรกในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะส่งผลถึงขั้นตอนต่อ ๆ ไป ถ้าการวิเคราะห์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ จะทำให้บทเรียนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ ขั้นนี้จึงต้องการทำด้วยความรอบคอบและต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มต้นแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกสื่อ การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาและการกำหนดวิธีการนำเสนอ ตามรายการกิจกรรมที่ต้องการกระทำดังต่อไปนี้

(3) การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาบทเรียน ได้มาจากศาสตรศึกษาและวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตรรวมถึงแผนการเรียนการสอน และคำอธิบายรายวิชาหนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้วให้กระทำการดังนี้

##### **3.1 นำมาระบุนวัตถุประสงค์ทั่วไป**

##### **3.2 จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน**

##### **3.3 เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา**

##### **3.4 เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย**

##### **3.5 จัดลำดับความต่อเนื่อง ความสัมพันธ์ในหัวข้ออยของเนื้อหา**

(4) การกำหนดวัตถุประสงค์ ของบทเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียน จะบ่งบอกสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาหลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้โดยที่พฤติกรรมนั้นจะต้องวัดได้หรือสังเกตได้คำที่ระบุในวัตถุประสงค์ประเภทนี้จึงเป็นคำวิชาที่ชี้เฉพาะ เช่น อธิบายแยกแยะเปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น โดยนำเนื้อหาและกิจกรรมซึ่งสอดคล้องกับ หัวเรื่องย่อยที่จะมาสร้างเป็นบทเรียนมาพิจารณาเขียนวัตถุประสงค์

(5) การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้จะยึดตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียน และ สังกัดของเนื้อหา ที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

5.2 เผยนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.3 เผยนสังกัดของเนื้อหาทุกหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับเนื้อหาดังนี้บนกระดับของเนื้อหาและกิจกรรมความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อกหรือเฟรมความยากง่ายของเนื้อหา เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ พิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องใช้สื่อชนิดใดແລ้ວระบุลงในกิจกรรมนั้น

5.4 การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหา แต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหารี่องดังกล่าวแยกเป็นหัวเรื่องย่อยหลาย ๆ หัวข้อจำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่องเพื่อทำความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน เพื่อจะ ได้ทราบถึงแนวทาง ขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป

5.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเฟรมว่าจะใช้วิธีการแบบใด เช่น การจัดวางตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบและแสดงภาพกราฟิกบนจอภาพ และการออกแบบเฟรมต่างๆ ของบทเรียน

5.6 การออกแบบบทเรียน ขั้นตอนนี้หมายถึง การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) และ ผังงาน (Flowchart) บทดำเนินเรื่องหมายถึงเรื่องราวของบทเรียนที่จะประกอบด้วยเนื้อหา แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียงตามลำดับ ตั้งแต่เฟรมแรก จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ลักษณะของภาพและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับบทสรุปค์ของการทำสไลด์หรือภาพ幻灯片 การเขียนบทดำเนินเรื่องจะชี้ดัดลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้นการสร้างบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปทำได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะท้อนต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลังผังงาน หมายถึง แผนภูมิที่แสดง

ความสัมพันธ์ของบทคำนิเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละเฟรมหรือแต่ละส่วน ดังนั้นการเขียนบทคำนิเรื่องและผังงานจึงต้องกระทำควบคู่กันไป ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะพิจารณาสิ่งใดก่อน อาจจะเขียนไปพร้อมๆ กันก็ได้ในขั้นตอนนี้มีกิจกรรมที่จะต้องกระทำดังนี้ [5]

- 5.6.1 เขียนผังงาน และ บทคำนิเรื่อง โดยการกระทำ ดังนี้
  - 5.6.1.1 แสดงการเริ่มต้น และจุดจบของเนื้อหา
  - 5.6.1.2 แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อม ไปยังบทเรียน
  - 5.6.1.3 แสดงการปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่างๆ ของบทเรียน
  - 5.6.1.4 แสดงเนื้อหา โดยใช้แบบภาษาแตกแขนง หรือแบบเชิงเส้น
  - 5.6.1.5 แสดงการดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหา และกิจกรรม
- 5.6.2 การออกแบบของภาพและแสดงผลนิส่างที่จะต้องพิจารณา ดังนี้
  - 5.6.2.1 บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม
  - 5.6.2.2 การจัดเฟรมหรือแต่ละหน้าจอ
  - 5.6.2.3 การให้สี แสง เสียง ภาพ ลายและการฟิกต่างๆ
  - 5.6.2.4 การตอบสนองและการโต้ตอบ
  - 5.6.2.5 การแสดงผลงานของภาพและเครื่องพิมพ์
- 5.6.3 กำหนดความสัมพันธ์ ได้แก่
  - 5.6.3.1 ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
  - 5.6.3.2 กิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาใน และการออกแบบบทเรียนนับว่าเป็น กระบวนการเตรียมการสร้างตัวบทเรียน หรือตัวเนื้อหาบทเรียนที่อยู่ในลักษณะของเอกสารเป็นส่วนใหญ่ ทั้งสองขั้นตอนนี้รวมเรียกว่าเป็นขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน หรือการสร้าง Courseware Design ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากได้ออกแบบ Courseware Design

การออกแบบชุดบทเรียนมักติดมีเดียแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ยึดหลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ประยุกต์หลักการสอนของ Robert Gagnet 9 ประการ มาประกอบการพิจารณาในการออกแบบชุดบทเรียนมักติดมีเดีย เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการ ได้แก่

(1) เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอย่างเรียบง่าย ดังนั้นชุดบทเรียนมักติดมีเดียจึงควรเริ่มด้วยการ

ใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและนำเสนอให้ชัดเจน จึงจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วยตาม ลักษณะของชุดบทเรียนมัลติมีเดียการเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้คือ การนำเสนอหัวเรื่อง (Title) ของบทเรียน ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบนั้นก็คือ การใช้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพโดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่น ๆ แต่ถ้าหากบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น ถึงที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

(1.1) เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

(1.1.1) ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย ไม่ซับซ้อน

(1.1.2) ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปราศจากภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

(1.1.3) ควรให้ภาพปราศจากข้อความไว้ระหว่างหน้าจอนคราะห์ทั้งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ได้ ๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่น ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

(1.1.4) เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาระดับความรู้และ มีความหมายสัมภับด้วยของผู้เรียน

(1.2) ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลิติเศษเข้าช่วย เพื่อเป็นการแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้น ๆ และง่าย

(1.3) เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

(1.4) เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิก และหมายความกับเนื้อหาของบทเรียน

บทเรียน

(1.5) ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

(2) บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) วัตถุประสงค์บทเรียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญ ยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว ยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาร่วมทั้งเค้าโครงสร้างของเนื้อหาด้วยการที่ผู้เรียนทราบขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าว ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพสมพานแแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้วผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียน

บทเรียน จะสามารถจำแนกและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น อีกด้วยวัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการบอก วัตถุประสงค์ของชุดบทเรียนมักมีเดี่ยมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็น วัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบลึกลึก้าโครงสร้างเนื้อหาแบบ กว้าง ๆ เช่นกัน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

(2.1) บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้น ๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ โดยไม่ต้องมีการแปลความอีกรึปั้ง

(2.2) หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่เข้าใจของผู้เรียน โดยทั่วไป

(2.3) ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ เพราะจะ ทำให้ผู้เรียนเกิดความลับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวข้อเรื่องย่อย ๆ

(2.4) ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้ว จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

(2.5) ถ้าบทเรียนนี้ประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้ง วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อย

(2.6) อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อ ๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึง ถึงเวลาการเสนอให้เหมาะสม หรืออาจจะให้ผู้เรียนกดเปลี่ยนพิมพ์ เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไป ทีละข้อก็ได้

(2.7) เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้นอาจใช้กราฟิกอย่างง่าย ๆ เช่น ช่วง เส้น ใช้กรอบ ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะ กับตัวหนังสือ

(3) บททวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) การบททวนความรู้เดิมก่อนที่จะ นำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธี การประเมินความรู้ที่จำเป็น สำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับ ชุดบทเรียนมักมีเดีย ก็คือการทดสอบก่อนบทเรียน (Pretest) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อบททวนเนื้อหาเดิมที่เคยพิจารณาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากจะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้วบทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบ ก่อนเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับ ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคนอย่างไรก็ตาม ในขั้นการบททวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็น

ต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากชุดบทเรียนมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น เป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือ พสมพสถานกันแล้วแต่ความเหมาะสม เช่น น้อยขึ้นอยู่กับเนื้อหาสิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

(3.1) ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐาน หรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยต้องไม่คาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นความรู้เท่ากัน

(3.2) แบบทดสอบต้องมีคุณภาพที่สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษานี้อย่างใหม่ท่านนี้ มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

(3.3) การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้น ๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

(3.4) ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

(3.5) ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิมบทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ผ่านมาแล้วหรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้วโดยใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

(4) การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของชุดบทเรียนมัลติมีเดีย ก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้น ๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและมีความคงทนในการจำคือว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียวโดยหลักที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม ให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหานางช่วงจะมีความยากในการที่คิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อยแต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงอย่างเดียวภาพที่ใช้ในชุดบทเรียนมัลติมีเดียจำแนกออกได้ 2 ส่วนหลัก ๆ ก็คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดีทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิตอลต่าง ๆ เช่นภาพจากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ ชีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวิดีทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบนี้อาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านี้มีรายละเอียดมาก เกินไปใช้เวลานานไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาซับซ้อน เข้าใจยากและไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบ

ภาพไม่มีดี เป็นต้นดังนี้ การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของชุดบทเรียนมัลติมีเดีย จึงควรพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

(4.1) เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ ๆ

(4.2) เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหวสำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ต่อเนื่อง

(4.3) ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย

(4.4) การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สีหรือการซึ่งเน้นด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น

(4.5) ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยากและไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

(4.6) คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจง่าย

(4.7) หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงภาพกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็น

(4.8) ไม่ควรใช้สีพื้นหลับไปหลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

(4.9) คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คุ้นเคย และเข้าใจความหมายตรงกัน

(4.10) ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กดเปลี่ยนหรือคลิกมาส์เพียงอย่างเดียว เช่น ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

(5) ชีวะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดีหากมีการจัด ระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า ทางเดียวที่การเรียนรู้ที่กระจ่างชัด (Meaningful Learning) จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบชุดบทเรียนมัลติมีเดียในขั้นนี้คือพยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ และหาวิถีทางที่จะช่วยให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจ่างชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่าการใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยได้แก่เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-Example) อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้นเนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบชุดบทเรียน

มัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guide Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล กันว่าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดก้าง ๆ และเคลบลง ๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิค อีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนวทางการเรียนรู้ สรุปแล้วในขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียน จะต้องมีดีหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยกไปสู่สิ่งที่ง่ายตามลำดับขั้นสิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

(5.1) บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อหน้าที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

(5.2) ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เกี่ยวโยงของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

(5.3) นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกันเพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจน ขึ้น เช่นตัวอย่างการเปิดหน้ากากถ่อง胪าย ๆ ค่า เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของนาครูรับแสง

(5.4) นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่นนำเสนอภาพไม่ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

(5.5) การนำเสนอเนื้อหาที่ยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ไปร่วมธรรม แต่ถ้า เป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม

(5.6) บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

(6) กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Responses) นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและ ขั้นตอนการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาและร่วมตอบคำถามจะส่ง ผลให้มีความจำได้กว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียวชุดบทเรียน มัลติมีเดียข้อใดเปรียบกับว่า โสตท์คูปกรณ์อื่น ๆ เช่น วีดิทัศน์ ภาพชนิด スタイルเทปเสียง ซึ่งสื่อ การเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-Interactive Media) แตกต่างจาก การเรียนด้วยชุดบทเรียนมัลติมีเดีย ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่า จะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำได้ขึ้นสิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น นั้น ผู้ออกแบบชุดบทเรียนมัลติมีเดียจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียน อย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

(6.1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

(6.2) ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบ หรือเติมข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบข้าวางกันไป

(6.3) ถ้ามีความเป็นช่วง ๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของเนื้อหา

(6.4) เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการจำ

(6.5) ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถามหรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรเลือกใช้คำถามแบบตัวเลือก

(6.6) หลักเลี่ยงการตอบสนองข้ามลาย ๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

(6.7) เฟร์มตอบสนองของผู้เรียน เฟร์มคำถา และเฟร์มการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้า จอภาพเดียวกันเพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟร์มย่อข้อตอนที่น่าสนใจในเฟร์มหลัก ก็ได้

(6.8) ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดที่เกิดจากความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 การเคาะเว้นวรรคประโภคภาษาฯ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่ หรือ ตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

(7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) การให้ข้อมูลย้อนกลับในชุดบทเรียน มักต้มิเดีย มีผลการวิจัยพบว่า ชุดบทเรียนมัลติมีเดียจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทาย โดยการออกเป้าหมายที่ชัดเจนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ ส่วนใดห่างจากเป้าหมายเท่าไร การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งร้า ความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้เรียนนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพหรือกราฟิก อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการคุณลักษณะ หากทำผิด มาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบ แขวนคอสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกดแป้นเรื่อย ๆ โดยไม่สนใจ เนื้อหา เนื่องจากต้องการคุณลักษณะของวิธีหลักเลี้ยงคือเปลี่ยนเป็นการนำเสนอภาพ ในทางบวก เช่น ภาพແล่นเรื่อเข้าหาฝ่าย ภาพขับยานสู่ดวงจันทร์ เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วย การตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับ

กลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลข้ออนุกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่าสิ่งที่พิจารณาในการให้ข้อมูลข้ออนุกลับ มีดังนี้

(7.1) ให้ข้อมูลข้ออนุกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน

(7.2) ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิดโดยแสดงคำตามคำตอบ และการตรวจปรับบนเพร์เมเดีย

(7.3) ถ้าให้ข้อมูลข้ออนุกลับโดยใช้ภาพควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ได้

(7.4) หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลข้ออนุกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

(7.5) อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลข้ออนุกลับ เช่น คำตอบถูกต้องและ คำตอบผิด โดยใช้เสียงที่ต่างกัน แต่ไม่ควรใช้เสียงลักษณะการเหยียดหอยในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

(7.6) เนยกำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป

(7.7) อาจใช้วิธีการให้แบบแผนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้ ไกลจากเป้าหมาย

(7.8) พยายามสุ่มการให้ข้อมูลข้ออนุกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

(8) ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance) การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาชุดบทเรียนมัดเดียวเรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ตนเอง นอกเหนือนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษานิءองใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจะมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภทนักเรียนจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อยอาจจะแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าต้องการแบบใดสิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

(8.1) ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างชัดเจน รวมทั้งคะแนนรวมคะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผลเวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ

(8.2) แบบทดสอบ ต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของนักเรียนและควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

(8.3) ข้อคำถาม คำตอบและการตรวจปรับคำตอบควรอยู่บนเฟรมเดียวกันและนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

(8.4) หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบข้าว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

(8.5) ในแต่ละข้อความมีคำถามเดียวเพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกเป็นหลาย ๆ คำถาม

(8.6) แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีค่าความเชื่อมั่นเหมาะสม

(8.7) อ่ายอัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรซื้อว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

(8.8) แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลาย ๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียวควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

(9) สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer) การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะต้องสรุปโน้ตติเฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันนักเรียนต้องซึ้งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะนำแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไปหรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบชุดบทเรียนมัลติมีเดียในขั้นตอนนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

(1) สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ พร้อมทั้งซึ้งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เรียนผ่านมาแล้ว

(2) ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป

(3) เสนอแนะเนื้อหาที่ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

(4) บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ขั้นของ Robert Gagne เป็นโน้มติกว้าง ๆ แต่ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการสอนปกติ และชุดบทเรียนมัลติมีเดียเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งในการออกแบบชุดบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพิจารณาทั่วไปคือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึก

ไม่ซัดเจน ไม่สมบูรณ์ จะส่งผลให้การออกแบบบทเรียน ซึ่งหมายถึงการเขียนบทดำเนินเรื่อง หรือ เรื่องราวของบทเรียน รวมถึงรูปแบบการนำเสนอ ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ส่งผลให้บทเรียนที่ สร้างขึ้นไม่นีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้

## 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงคุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 : 29)

gap เลาห ไพบูลย์ (2537 : 292) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

(1) เพื่อทราบว่านักเรียนได้บรรลุเป้าหมายของการเรียนหรือไม่ นักเรียนมีความรู้ ความ สามารถมากน้อยเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบ หรือบันทึกความเริ่มของงานของการเรียนรู้

(2) เพื่อเก็บปัญหาและปรับปรุงการเรียนการสอน โดยถือว่าการวัดผลสัมฤทธิ์เป็น องค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน

(3) เพื่อประเมินผล การวัดผลสัมฤทธิ์ทุกครั้งจะต้องมีการประเมินทุกครั้ง เพื่อจะได้ ทราบว่า นักเรียนอยู่ในตำแหน่ง ใดของกลุ่ม บรรลุเป้าหมายในสิ่งที่สอน เป็นที่พอใจผู้สอนหรือไม่ จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษา คือการพัฒนาบุคคล โดยการคำนึงถึงการจัดและ

ส่งเสริม ให้บุคคล ได้พัฒนาศักยภาพ ใช้ความสามารถของตนเอง ให้เป็นประโยชน์อย่างเต็มที่แต่ใน สภาพความเป็นจริง การปฏิบัติยังมิได้ผลตรงตามเป้าหมายที่ต้องการยังมีความสูญเปล่าในส่วนที่

ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาตนเอง ได้เต็มที่เท่าที่ควรประเด็นปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เมื่อกล่าวถึงความล้มเหลวในการเรียน คือการที่ผู้เรียนมิผล ลัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าระดับความ

สามารถที่แท้จริงของตนเอง ในสภาพการจัดการศึกษาที่เป็นอยู่ในปัจจุบันยังคงถือว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเป็นเครื่องบ่งชี้ความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการเรียน จึงมีนักการศึกษา และนัก

จิตวิทยาจำนวนมาก ได้ทำการ ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อจะได้ นำผลที่ได้ไปช่วยเหลือปรับปรุง และป้องกันปัญหาและทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูงสุดตามความสามารถ ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีองค์ประกอบ 2

ประการ คือ 1. องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา 2. องค์ประกอบที่มิได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญา เป็นที่ ยอมรับกันโดยทั่วไป อย่างกว้างขวางว่า องค์ประกอบทั้ง 2 ประการข้างต้น มีบทบาทสำคัญพอ ๆ กันต่อการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำ ดังที่ สารวิเคราะห์ ได้สรุปค้ำกล่าว

ของเทอร์เนนซ์ ได้กล่าวถึงความ สำคัญขององค์ประกอบที่มิได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญาว่า

ความสำเร็จทางการเรียนของแต่ละบุคคล ที่มีระดับสติปัญญาเท่ากันส่วนใหญ่ เนื่องมาจากการที่ประกอบที่มีใช้สติปัญญา และจากการศึกษาของ แมดด็อก (Maddox) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ 1. สติปัญญา ประมาณร้อยละ 60 2. ความพยาຍາມและวิธีการเรียนประมาณร้อยละ 30 3. สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 10 องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา (Intelligence) หรือความสามารถทางสมองนั้น นักจิตวิทยาจำนวนมากเห็นว่าเป็นสิ่งที่อาจสามารถถ่ายทอด กันได้ทางกรรมพันธุ์ ดังนั้นในทางปฏิบัตินักการศึกษาจึงไม่อาจเข้าไปแก้ไขในส่วนนี้ได้มากนัก แต่ประเด็นที่นักการศึกษา และครูผู้สอนโดยทั่วไปสามารถเข้าไปมีบทบาทได้มากคือ การพัฒนาองค์ประกอบรอบด้านอื่น ๆ ที่จะส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา และปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่น้อยไปกว่าองค์ประกอบทางด้านสติปัญญา คือองค์ประกอบ ที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญานั้นเอง ในบรรดาองค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวข้อง กับสติปัญญานั้นเพรสโคท (Prescoott) ผู้อำนวยการค้นคว้าเรื่องเด็กแห่งมหาวิทยาลัยแมรีแลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้เป็นเวลากว่า 30 ปี ได้สรุปถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในด้านที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญาไว้ดังนี้

- (1) องค์ประกอบทางด้านร่างกาย (Physical Factors) ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ศุภภาพร่างกายข้อมูลพร่องทางร่างกาย และลักษณะทางร่างกาย เป็นต้น
- (2) องค์ประกอบทางด้านความรัก (Love Factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูกความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และ ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกภายในครอบครัว เป็นต้น
- (3) องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคมประวัติ (Cultural and Socialization Factors) ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณีความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดูและฐานะทางเศรษฐกิจทางบ้าน เป็นต้น
- (4) องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในหมู่เพื่อนเดียวกัน (Peer Group Factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งทางบ้าน และทางโรงเรียน เป็นต้น
- (5) องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน (Self Development Factors) ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจทัศนคติ ของนักเรียนต่อการเรียน เป็นต้น
- (6) องค์ประกอบทางการปรับตัว (Self Adjustment Factors) ได้แก่ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางด้านที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญา ที่มีอิทธิพลต่อการทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงหรือต่ำ ได้นี้มีอยู่หลายประการ ทั้งที่อยู่ภายในตัวนักเรียนเองและที่เกิดจากสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้

บางองค์ประกอบจะเป็นที่ส่งเสริมการเรียนรู้บางองค์ประกอบ ก็อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนี้ในการจัดการเรียนการสอนของครูในแต่ละครั้งซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ทั้งนี้ เพราะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วย ในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดครูกว่าคำนึง ถึงสิ่งต่อไปนี้

- (1) ในการเรียนการสอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- (2) ในการจัดการเรียนการสอนควรคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากสติปัญญาที่อาจเข้ามาเกี่ยวข้อง และมีอิทธิพลต่อผล สัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน
- (3) ครูควรมีส่วนในการแก้ไขปัญหาส่วนตัวที่อาจมีผลกระทบต่อการเรียนของนักเรียน
- (4) ครูควรเรียนรู้นักเรียนแต่ละคนแล้วจัดปัญหาของนักเรียนแต่ละคนอย่างถ่องแท้
- (5) ควรจัดสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนที่จะส่งเสริมการเรียนโดยให้นักเรียน ได้มีโอกาส พัฒนาศักยภาพของตนเอง ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
- (6) ป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นและส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งหากครูผู้สอน ได้คำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ มีวิธีป้องกันและส่งเสริมดังที่ได้เสนอแนะ ไว้ก็เชื่อได้ว่า จะเป็นแนวทางหนึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ได้เช่นกัน สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงหรือต่ำนั้น จะมีองค์ประกอบที่ เกี่ยวข้องอยู่ 2 ประการ คือองค์ประกอบทางสติปัญญา และองค์ประกอบที่มิได้เกี่ยวข้องกับ สติปัญญา ซึ่งครูผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจ รู้จักที่จะส่งเสริมและขัดปัจจัยที่จะเป็นอุปสรรค ต่อการเรียนของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนักเรียนจะ ได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพตนเองอย่างเต็มที่ ต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์

- (1) เพื่อสร้างสื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกลไประใช้สอนได้
- (2) เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น
- (3) เพื่อให้นักเรียนมีเจตนาดีต่อวิชาพิสิกส์ที่ดีขึ้น

ในการดำเนินงานมีขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 3.1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนครพนวิทยาคม สาขาวิชาศาสตร์-คณิต ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน
- 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิชาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน เลือกเอาห้องที่ 1
- 3.1.3 การวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล เป็นการศึกษาการเรียนรู้วิชาพิสิกส์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ว 42201 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนครพนวิทยาคม

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 สื่อมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกล และบทเรียนสำเร็จรูป
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

3.2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับนักเรียนที่มีต่อสื่อมาลติมีเดียเรื่องคลื่นกlatent และบทเรียนสำเร็จรูป

### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 สื่อมาลติมีเดียเรื่องคลื่นกlatent มีขั้นตอนและวิธีการสร้างแบ่งเป็นดังนี้

#### 3.3.1.1 ศึกษาโปรแกรมและเนื้อหา

1) ศึกษาการใช้โปรแกรม Ulead Video Studio11, Camtasia Studio 4,

Flash pro, Adobe Photoshop Cs2, Macromedia Flash โดยศึกษาจากหนังสือ แผ่นชีด [6]

2) ศึกษานื้อหาในการจัดทำ โดยวิเคราะห์ชั้นแมรย์ศึกษาปีที่ 5 เรื่องคลื่น

กlatent

3.3.1.2 การออกแบบบทเรียนสำเร็จรูปประกอบสื่อมาลติมีเดียคลื่นกlatent

1) กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำบทเรียนสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์จาก

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สารการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระที่ 5 พลังงาน ซึ่งมีโครงสร้างหลักดังนี้

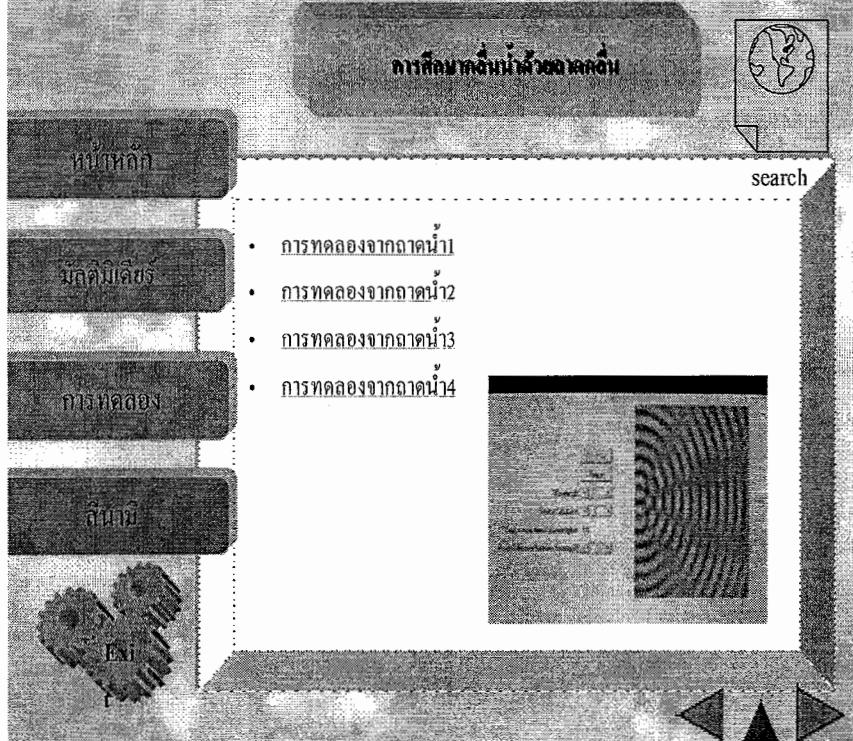
| Main               | Story                                                                                                                                                                                                              | Test                                                             |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1. แนะนำก่อนเรียน  | คลื่นกlatent                                                                                                                                                                                                       | 1. แบบทดสอบคลื่นกlatent<br>คลื่นผิวน้ำ การซ้อนทับของคลื่น 10 ข้อ |
| 2. จุดประสงค์      | 1. การถ่ายโอนพลังงานคลื่นกlatent                                                                                                                                                                                   | 2. แบบทดสอบสมบัติของคลื่น 10 ข้อ                                 |
| 3. สื่อมาลติมีเดีย | 1.1 การสั่น การเคลื่อนที่แบบชาร์มอนิก                                                                                                                                                                              | 3. แบบทดสอบคลื่นน้ำและการสั่นพื้อง 10 ข้อ                        |
| 4. ลิงค์เว็บ       | อย่างง่ายและคลื่น<br>1.2 ชนิดของคลื่น<br>2. คลื่นผิวน้ำ<br>3. การซ้อนทับของคลื่น<br>4. สมบัติของคลื่น<br>4.1 การสะท้อน<br>4.2 การหักเห<br>4.3 การแทรกสอด<br>4.4 การเลี้ยวเบนของคลื่น<br>5. คลื่นน้ำและการสั่นพื้อง |                                                                  |

ภาพที่ 3-1 การกำหนดเนื้อหา

- 2) ศึกษารูปแบบของบทเรียนที่ใช้ในการจัดทำ
- 3) กำหนดคุณวัตถุประสงค์ของบทเรียนเรื่องคลื่นกล
- 4) สร้างลำดับการนำเสนอของเนื้อหาบทเรียนเพื่อกำหนดโครงสร้างและข้อมูลของการนำเสนอ ซึ่งมีตัวอย่างดังนี้

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                            |
| <p style="text-align: center;"><b>คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น</b></p> <p><u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 1</u></p> <p><u>แบบทดสอบ ก่อนเรียน</u></p> <p><u>ใบความรู้ เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น</u></p> <p><u>ใบงาน 1.1</u></p> <p><u>ใบงาน 1.2</u></p> <p><u>ใบงาน 1.3</u></p> <p><u>เฉลย</u></p> <p><u>แบบทดสอบหลังเรียน</u></p> | <p style="text-align: center;">หน้าหลักของ<br/>บทเรียน</p> |

ภาพที่ 3-2 ลำดับการนำเสนอของเนื้อหา

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  | <p>ส่วนของการ<br/>ทดลอง</p>       |
|                                                                                                                                                                               | <p>ส่วนของเนื้อหา<br/>บทเรียน</p> |

ภาพที่ 3-2 ลำดับการนำเสนอของเนื้อหา(ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |                                                                     |                                                                     |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>เรื่อง คลื่นกlot คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่น</b></p> <p>ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่ອน<br/>หรือแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่ອนหรือ<sup>.....</sup><br/>แตกต่างกันอย่างไร</p> <p>.....</p> <p>ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า คลื่นน้ำ คลื่นเสียง<br/>และคลื่นวิทยุ เมื่ອนหรือแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>.....</p> | <p>ส่วนของ<br/>ใบงาน</p>                                    |                                                                     |                                                                     |                                                             |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">รายวิชา พลิกส์<br/>พื้นฐานและเพิ่มเติม<br/>3 รหัสวิชา ว 42101</td><td style="padding: 5px;">แบบทดสอบ<br/>(ก่อน-หลัง<br/>เรียน)</td><td style="padding: 5px;">ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2<br/>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2<br/>เวลา 15 นาที</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                              | รายวิชา พลิกส์<br>พื้นฐานและเพิ่มเติม<br>3 รหัสวิชา ว 42101 | แบบทดสอบ<br>(ก่อน-หลัง<br>เรียน)                                    | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2<br>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2<br>เวลา 15 นาที | <p>ส่วนของท<br/>สอบ<br/>ก่อนเรียน<br/>และ<br/>หลังเรียน</p> |
| รายวิชา พลิกส์<br>พื้นฐานและเพิ่มเติม<br>3 รหัสวิชา ว 42101                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แบบทดสอบ<br>(ก่อน-หลัง<br>เรียน)                            | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2<br>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2<br>เวลา 15 นาที |                                                                     |                                                             |

ขุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 สำรวจตรวจสอบ ทดลอง อภิปราย และคำนวณสิ่งที่  
เกี่ยวข้องกับสมบัติของคลื่น ได้

คำสั่ง จงเลือกกาหนาท ( X ) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดไม่ใช่คำอธิบายการสะท้อนของคลื่น

ก. นูมสะท้อนเท่ากับนูมตกรอบ

ข. คลื่นตกรอบ , คลื่นสะท้อน อยู่ในตัวกลางเดียวกัน

ค. รังสีตกรอบ , เส้นแนวฉาก , รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน

ง. รังสีสะท้อนทำมุม  $90^\circ$  กับรังสีตกรอบ

### 3.3.1.3 การสร้างสื่อมัลติมีเดียคลิป

- 1) ใช้กล้องวิดีโอถ่ายคลิป แล้วตัดต่อโดยใช้โปรแกรม Ulead Videostudio 11 แล้วย่อ Vedio ให้เป็น MPG โดยใช้โปรแกรม total Video
- 2) สร้างเวบลิงค์เรื่องคลิป จากเว็บทั่วโลกเพื่อให้ได้รับทุกเนื้อหา ทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

3) การใช้โปรแกรม Camtasia Studio แคปเจอร์ภาพเคลื่อนไหว เรื่องคลิป กลากการลิงค์ภาพจากเว็บทั่วโลกจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาเก็บไว้ใช้งานในการสอน

### 3.3.1.4 การตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

- 1) ตรวจสอบบทเรียนสื่อมัลติมีเดียเรื่องคลิปที่สร้างขึ้น
- 2) นำเสนอบทเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ฉายขึ้น ไปรษณีย์

### 3.3.1.5 การประเมินผลการเรียน

- 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนโดยใช้ แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากเรียนเสร็จ
- 2) ให้นักเรียนกรอกแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนสื่อ มัลติมีเดียคลิป หลังจากเรียนเสร็จ

### 3.3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนสื่อมัลติมีเดีย

3.3.2.1 การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน สื่อมัลติมีเดียคลิป ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นแบบประเมินค่า โดยกำหนดความคิดเห็นของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลิป เป็น 5 ระดับดังนี้

|                            |                 |   |       |
|----------------------------|-----------------|---|-------|
| เห็นด้วยมากที่สุดมากที่สุด | มีระดับค่าคะแนน | 5 | คะแนน |
| เห็นด้วยมาก                | มีระดับค่าคะแนน | 4 | คะแนน |
| เห็นด้วยปานกลาง            | มีระดับค่าคะแนน | 3 | คะแนน |
| เห็นด้วยน้อย               | มีระดับค่าคะแนน | 2 | คะแนน |
| เห็นด้วยน้อยที่สุด         | มีระดับค่าคะแนน | 1 | คะแนน |

ใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนน พิจารณาค่าเฉลี่ย ดังนี้

|             |         |                            |
|-------------|---------|----------------------------|
| 4.50 – 5.00 | หมายถึง | เห็นด้วยมากที่สุดมากที่สุด |
| 3.50 – 4.49 | หมายถึง | เห็นด้วยมาก                |
| 2.50 – 3.49 | หมายถึง | เห็นด้วยปานกลาง            |
| 1.50 – 2.49 | หมายถึง | เห็นด้วยน้อย               |

ต่ำกว่า 1.50 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

3.3.2.2 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.3 นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลต่อไป

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล แบบปฐมภูมิ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกลภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550

4.2 ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกลภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550

4.3 สำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงบานมาตรฐาน (S.D.) ค่าร้อยละ

5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และหลังเรียนสื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล วิชาฟิสิกส์ สาระการเรียนรู้ พื้นฐาน ว 42201 ด้วยค่าสถิติ t-test

5.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้ค่าร้อยละ

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 For window ประกอบในการคำนวณ [7]

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากสื่อมัลติมีเดียคลิปกล ก่อน เรียนและหลังเรียน

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียคลิปกล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่ม ตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานค่าร้อยละเพื่อหาความก้าวหน้าในการเรียนปรากฏผลดังนี้

ตาราง 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากสื่อมัลติมีเดียคลิปกล

| คนที่ | ผลทดสอบก่อนเรียน |        | ผลทดสอบหลังเรียน |        | ความก้าวหน้า |        |
|-------|------------------|--------|------------------|--------|--------------|--------|
|       | คะแนน            | ร้อยละ | คะแนน            | ร้อยละ | คะแนน        | ร้อยละ |
| 1     | 7                | 23.33  | 21               | 70.00  | 14           | 66.66  |
| 2     | 8                | 26.67  | 21               | 70.00  | 13           | 43.33  |
| 3     | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 4     | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 5     | 15               | 50.00  | 21               | 70.00  | 6            | 20.00  |
| 6     | 6                | 20.00  | 22               | 73.00  | 16           | 53.33  |
| 7     | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 8     | 8                | 26.67  | 24               | 80.00  | 16           | 53.33  |
| 9     | 15               | 30.00  | 23               | 76.67  | 8            | 26.67  |
| 10    | 15               | 50.00  | 22               | 73.00  | 7            | 23.33  |
| 11    | 9                | 30.00  | 23               | 76.67  | 14           | 46.67  |
| 12    | 11               | 36.67  | 21               | 70.00  | 10           | 33.33  |
| 13    | 13               | 43.33  | 21               | 70.00  | 8            | 26.67  |
| 14    | 12               | 40.00  | 22               | 73.00  | 10           | 33.33  |

**ตาราง 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากสื่อมัลติมีเดียคลิปนัก(ต่อ)**

| คนที่ | ผลทดสอบก่อนเรียน |        | ผลทดสอบหลังเรียน |        | ความก้าวหน้า |        |
|-------|------------------|--------|------------------|--------|--------------|--------|
|       | คะแนน            | ร้อยละ | คะแนน            | ร้อยละ | คะแนน        | ร้อยละ |
| 15    | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 16    | 6                | 20.00  | 23               | 76.67  | 17           | 56.67  |
| 17    | 7                | 23.33  | 23               | 76.67  | 16           | 53.33  |
| 18    | 10               | 33.33  | 23               | 76.67  | 13           | 43.33  |
| 19    | 8                | 26.67  | 22               | 73.33  | 14           | 46.67  |
| 20    | 10               | 33.33  | 24               | 80.00  | 14           | 46.67  |
| 21    | 11               | 36.67  | 23               | 76.67  | 12           | 40.00  |
| 22    | 11               | 36.67  | 24               | 80.00  | 13           | 43.33  |
| 23    | 6                | 20.00  | 23               | 76.67  | 17           | 56.67  |
| 24    | 6                | 20.00  | 23               | 76.67  | 17           | 56.67  |
| 25    | 7                | 23.33  | 25               | 83.33  | 17           | 56.67  |
| 26    | 11               | 36.67  | 21               | 70.00  | 10           | 33.33  |
| 27    | 9                | 30.00  | 22               | 73.33  | 13           | 43.33  |
| 28    | 7                | 23.33  | 24               | 80.00  | 17           | 56.67  |
| 29    | 13               | 43.33  | 23               | 76.67  | 10           | 33.33  |
| 30    | 8                | 26.67  | 21               | 70.00  | 13           | 43.33  |
| 31    | 19               | 63.33  | 24               | 80.00  | 5            | 16.67  |
| 32    | 7                | 23.33  | 24               | 80.00  | 17           | 56.67  |
| 33    | 9                | 30.00  | 22               | 73.33  | 13           | 43.33  |
| 34    | 13               | 43.33  | 25               | 83.33  | 2            | 6.67   |
| 35    | 12               | 40.00  | 22               | 73.33  | 10           | 33.33  |
| 36    | 10               | 33.33  | 23               | 76.67  | 13           | 43.33  |
| 37    | 9                | 30.00  | 22               | 73.33  | 13           | 43.33  |
| 38    | 13               | 43.33  | 23               | 76.67  | 10           | 33.33  |

**ตาราง 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากสื่อมัลติมีเดียคลื่นก烙 (ต่อ)**

| คนที่  | ผลทดสอบก่อนเรียน |         | ผลทดสอบหลังเรียน |         | ความก้าวหน้า |         |
|--------|------------------|---------|------------------|---------|--------------|---------|
|        | คะแนน            | ร้อยละ  | คะแนน            | ร้อยละ  | คะแนน        | ร้อยละ  |
| 39     | 9                | 30.00   | 22               | 73.33   | 13           | 43.33   |
| 40     | 6                | 20.00   | 22               | 73.33   | 16           | 53.33   |
| รวม    | 396              | 1299.97 | 888              | 2840.01 | 491          | 1636.66 |
| เฉลี่ย | 9.9              | 32.50   | 22.45            | 71.00   | 12.28        | 40.92   |

จากตารางที่ 4.1 พบว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนแสดงว่ามีความก้าวหน้าทางการเรียน และมีค่าเฉลี่ยของความก้าวหน้าทางการเรียนเป็นร้อยละ 40.92

**ตารางที่ 4.2 ค่าทางสถิติที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำหรับ SPSS 11.5 For window ประกอบในการคำนวณ**

| ค่าสถิติ/ทดสอบ | $\bar{X}$ | S.D  | t - test | P    | $\alpha$ |
|----------------|-----------|------|----------|------|----------|
| ก่อนเรียน      | 9.90      | 2.99 | -24.54   | 0.00 | 0.05     |
| หลังเรียน      | 22.45     | 1.19 |          |      |          |

จากตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนการประเมินก่อนเรียน และการประเมินหลังเรียนด้วย t-test ปรากฏค่า  $t = -24.54$  ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่า  $P < \alpha$  จึงเชื่อถือได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเช่นนั้นได้ที่ 95 %

จากผลของการวิเคราะห์จึงอนุมานได้ว่า เครื่องมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

4.2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นก烙ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนโดยใช้สถิติพื้นฐานค่าร้อยละ นавิเคราะห์เพื่อวัดระดับความคิดเห็นของนักเรียนได้ผลปรากฏดังนี้

**ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดีย สำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอ**

| ข้อ<br>ที่    | รายการประเมิน                                                                    | ร้อยละระดับความคิดเห็น |              |              |             |             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
|               |                                                                                  | 5                      | 4            | 3            | 2           | 1           |
| 1             | การนำเสนอ มีรูปแบบ โดดเด่น น่าสนใจ                                               | 55.00                  | 40.00        | 5.00         | 0.00        | 0.00        |
| 2             | การใช้สีสัน ที่เหมาะสม สวยงาม                                                    | 35.00                  | 45.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 3             | การจัดวาง Layout ช่วยให้อ่านง่าย และสนับยاختา                                    | 30.00                  | 40.00        | 15.00        | 10.00       | 5.00        |
| 4             | ความกลมกลืนของการนำเสนอ ราบรื่นในการดู                                           | 50.00                  | 25.00        | 20.00        | 2.50        | 2.50        |
| 5             | เนื้อหาถูกต้อง จัดแบ่งตอน ได้เหมาะสม                                             | 55.00                  | 40.00        | 5.00         | 0.00        | 0.00        |
| 6             | มีการนำเสนอทั้งข้อความภาพและเสียง ที่<br>เหมาะสม                                 | 37.50                  | 37.50        | 12.50        | 0.00        | 0.00        |
| 7             | เสียงบรรยายฟังชัด ถูกต้อง และควบคุม ได้                                          | 47.50                  | 42.50        | 20.00        | 10.00       | 5.00        |
| 8             | ใช้ภาษาที่สื่อความหมาย ได้ชัดเจน                                                 | 50.00                  | 45.00        | 2.50         | 2.50        | 0.00        |
| 9             | เลือกสื่อนำเสนอแต่ละหัวข้อ ได้เหมาะสม ชัดเจน                                     | 52.50                  | 42.50        | 2.50         | 2.50        | 0.00        |
| 10            | เลือกใช้ภาพกราฟิก ได้เหมาะสม                                                     | 40.00                  | 35.00        | 2.50         | 2.50        | 0.00        |
| 11            | นำเสนอ ได้ครบถ้วน ทั้งจุดประสงค์ เนื้อหา<br>คำอ่าน และระบบ โต้ตอบ                | 47.50                  | 40.00        | 7.50         | 5.00        | 0.00        |
| 12            | ระบบ โต้ตอบ เป็นระบบ ที่เหมาะสม กับ การ<br>นำเสนอ                                | 27.50                  | 47.50        | 12.50        | 7.50        | 5.00        |
| 13            | มีความถูกต้อง ตาม หลักวิชาการ ทั้ง เนื้อหา,<br>เทคนิคการพัฒนา และเทคนิคการนำเสนอ | 52.50                  | 42.50        | 2.50         | 2.50        | 0.00        |
| 14            | มีบุคลากร/ทีม พัฒนา ที่มี ความเชี่ยวชาญ และ มี<br>ประสบการณ์                     | 27.50                  | 47.50        | 20.00        | 5.00        | 0.00        |
| 15            | เนื้อหา รูปภาพ เสียง และ สื่อ อื่น ๆ ถูกจัดสิทธิ์                                | 30.00                  | 40.00        | 25.00        | 2.50        | 2.50        |
| <b>เฉลี่ย</b> |                                                                                  | <b>42.99</b>           | <b>40.66</b> | <b>11.17</b> | <b>3.83</b> | <b>1.33</b> |

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดีย สำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอ อยู่ในระดับ เห็นด้วยมากที่สุด จำนวน 5 อันดับแรก คือ การนำเสนอ มีรูปแบบ โดดเด่น น่าสนใจ ร้อยละ 55.00 เนื้อหาถูกต้อง จัดแบ่งตอน ได้เหมาะสม ร้อยละ 55.00

เลือกถือนำเสนอแต่ละหัวข้อได้เหมาะสม ชัดเจน ร้อยละ 52.50 มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งเนื้อหา, เทคนิคการพัฒนา และเทคนิคการนำเสนอ ร้อยละ 52.50 ใช้ภาษาที่ถือความหมายได้ชัดเจนร้อยละ 50.00 ซึ่งความคิดเห็นส่วนใหญ่จะเห็นด้วยในระดับมากที่สุด

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

จากการสร้างสื่อมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกล มาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในเรื่องคลื่นกล นั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เลือกเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ของโรงเรียนครพนวิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง เพราะในกลุ่มตัวอย่างมีทั้งนักเรียนที่เรียนค่อนข้างอ่อน ปานกลาง และเก่งคลังกันผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของสื่อแล้วผลปรากฏว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกลนี้อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

จึงอาจกล่าวได้ว่า สื่อการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 3 เรื่องคลื่นกลให้สูงขึ้นเป็นที่น่าพอใจ

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

ปัญหาและอุปสรรคที่พบขณะทำการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียคือความส่วนของขอ โปรเจกเตอร์จะไม่สมดุลกันระหว่างการนำเสนอวิดีโอทัศน์ หรือภาพเคลื่อนไหวกับการนำเสนอ ตัวหนังสือบนจอ โปรเจกเตอร์ถ้านำเสนอวิดีโอทัศน์หรือภาพเคลื่อนไหวชัดเจนดี แต่พอนำเสนอ ตัวหนังสือแสงสว่างบนจอจะมาก เส้นตัวหนังสือจะเล็กลง เมื่อมองจากนานาๆ สายตาจะเมื่อยล้า ถ้าปรับแสงให้พอคิดกับการนำเสนอตัวหนังสือชัดเจนดีเมื่อนำมาไว้นำเสนออย่างต่อเนื่องกับวิดีโอทัศน์ หรือภาพเคลื่อนไหวภาพจะมีดลลงกว่าเดิม

### 5.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

แนวทางในการแก้ปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวสามารถทำได้โดยจัดความส่วนของภาพให้เหมาะสม กับการฉายวีดีทัศน์ และกับการนำเสนอตัวหนังสือบนจอ楣เรเจกเตอร์ และจำค่าการปรับค่าความสว่างสำหรับในการปรับตอนนำเสนอครั้งใหม่ไว้ครั้งต่อไปจะได้ปรับแสงสว่างของภาพให้สะท้อนและรวดเร็วขึ้น ตลอดจนจัดการป้องกันแสงจากภายนอกโดยการติดตั้งผ้าม่านกันแสงจะได้ความคมชัด ของการนำเสนอทั้งวีดีทัศน์และการนำเสนอตัวหนังสือตามต้องการ

### 5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอล ในอนาคตมีแนวทางและข้อเสนอแนะในการพัฒนาดังต่อไปนี้

5.4.1 ควรมีการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อการเรียนการสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนเรื่องคลื่นกอลทั้งในด้านเนื้อหาและการนำเสนอรวมทั้งด้านการออกแบบ เพื่อให้ได้ชุดบทเรียนที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้

5.4.2 ควรสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาชุดบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการสอนในเรื่อง หรือวิชาต่าง ๆ ให้ก้าวขวางขึ้น เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาสำหรับนักเรียนต่อไป

5.4.3 ควรมีการจัดทำสื่อมัลติมีเดียในแผ่นซีดีรอมให้อยู่ในรูปแบบของวีดิโอดีดี เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยสามารถใช้ได้กับเครื่องเล่น VCD ทั่วไป

5.4.4 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดียมีการเปลี่ยนแปลงเร็วมาก ดังนั้นผู้ผลิตสื่อมัลติมีเดียต้องทำความรู้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

5.4.5 ในการผลิตสื่อมัลติมีเดียนั้นต้องการทีมงานที่มีความชำนาญในแต่ละด้านเป็นอย่างมากอีกทั้งต้องมีการประสานงานกันในการทำงานสูง

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] หัชญลักษณ์ จันดีสาร. การสร้างบทเรียนคอมพิเตอร์ช่วยสอนแบบออนไลน์รื่องของแข็ง ของเหลวและแก๊ส. การค้นคว้าอิสระปริญญาโทมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรนักเรียนศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2542 (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2543.
- [3] สถาบัน. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กุลมาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
- [4] สถาบัน. คู่มือครุพัสดิ์เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2547.
- [5] ชาลี กาญจนรัตน์. สร้างงานมัลติมีเดียเพื่อการนำเสนออย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วี.พรินท์, 2550. ศิล พานิช. พฤติกรรมการสอนฟิสิกส์. กรุงเทพฯ :
- [6] สารภณ บุนพิลีก. สนับสนุนการตัดต่อวีดีโอ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เสริมวิทย์, 2550
- [7] วิชัย สุรเชษฐ์เกียรติ. สภาพัฒนาการตัดต่อวีดีโอ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สกายบุ๊กส์, 2543.

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก  
แผนการจัดการเรียนรู้

## แผนการจัดการเรียนรู้

|                                                                 |                        |                            |  |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|--|
| รายวิช พลิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3<br>รหัสวิชา ว 42101 ชั้น ม.5 | แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1  |  |
|                                                                 |                        | สับค่าห์ที่ 1-2 คาบที่ 1-6 |  |
| เรื่อง คลื่นกอล                                                 |                        |                            |  |
| หัวข้อเรื่อง คลื่นกอล คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่น         |                        |                            |  |

### สาระสำคัญ

คลื่น เป็นปรากฏการณ์การส่งผ่านพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังอีกที่หนึ่งถ้าการส่งผ่านพลังงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง โดยตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นด้วยเราเรียกว่า คลื่นกอลแต่ ถ้าการส่งผ่านพลังงานนั้น ไม่ต้องอาศัยตัวกลางจะเรียกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นผิวน้ำ เกิดจากผิวน้ำถูกแรงดึง เช่น มีวัตถุตกรอบทบผิวน้ำทำให้คลื่นผิวน้ำแผ่กระจายออกจากแหล่งกำเนิด ตำแหน่งสูงสุดของคลื่นผิวน้ำเรียกว่า สันคลื่น ตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นผิวน้ำเรียกว่า หองคลื่น การเคลื่อนที่ของคลื่นมีลักษณะเป็นร่อง สามารถกำหนดตำแหน่งของคลื่นโดย เพส และเราสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์คลื่นตามที่กำหนดได้ โดยใช้สมการ  $v = f\lambda$  ลักษณะของคลื่นผิวน้ำที่เคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ คลื่นดล และ คลื่นต่อเนื่อง โดยคลื่นดล เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 ครั้ง ทำให้เกิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 ลูก ส่วนคลื่นต่อเนื่อง เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นสันเป็นจังหวะต่อเนื่องกันทำให้เกิดคลื่นหลาย ๆ ลูก (มากกว่า 2 ลูก) ติดต่อกันไป

คลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นขึ้นไป เคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการรวมกันได้ของคลื่นทำให้ได้รูปร่างของคลื่นใหม่ที่ต่างไปจากคลื่นเดิม เรียกว่า การซ่อนทับของคลื่น

### ผลการเรียนที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย วิเคราะห์และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคลื่นกอล คลื่นน้ำ และ การซ่อนทับของคลื่นได้

เนื้อหา คลื่นกอล คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่น

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### (1) ขั้นสร้างความสนใจ

(1.1) ครูชายภาพบันตร์ตัดต่อเรื่องสื้นามีขึ้นจากโครงการให้นักเรียนดูหลังจากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันสนทนากันเกี่ยวกับเรื่อง “คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ”

(1.2) นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่อ分级หรือแตกต่างกันอย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

(1.3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 1.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

(1.4) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

(1.5) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่อ分级หรือแตกต่างกันอย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 1.1

(1.6) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

(1.7) แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่นจากสื่อมัลติมีเดียรี่องคลื่นกล และจากใบความรู้

### (2) ขั้นสำรวจและค้นหา

(2.1) นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่นจากสื่อมัลติมีเดียรี่องคลื่นกล และจากใบความรู้ 1 พร้อมกับใบงาน 1.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุด

(2.2) ผู้นำนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

### (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

(3.1) นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

(3.2) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่นเพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจนบันทึก

### (4) ขั้นขยายความรู้

(4.1) นักเรียนสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับคลื่นจากสื่อมัลติมีเดียรี่องคลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ่อนทับของคลื่นจากสื่อมัลติมีเดียรี่องคลื่นกล และจากใบความรู้ 1

(4.2) นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหาในใบงาน 1.3

(4.3) นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 1

### (5) ขั้นประเมิน

(5.1) นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างสื่อมัลติมีเดีย หรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่าง ๆ ( บทบาทสมมุติ ) เกี่ยวกับ คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่นมาเขียนเป็นภาพแล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 1

(5.2) นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียจากหนังสือคู่มือต่าง ๆ เกี่ยวกับ คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผล ที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 1 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่านแล้วร่วมอภิปราย

(5.3) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

#### สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

| รายการสื่อ                            | จำนวน   | สภาพการใช้สื่อ             |
|---------------------------------------|---------|----------------------------|
| 1. แบบทดสอบก่อนเรียน, สื่อนามि�ตัดต่อ | 1+1 ชุด | ใช้ขึ้นสร้างความสนใจ       |
| 2. ใบงาน 1.1                          | 1 ชุด   | ใช้ขึ้นสร้างความสนใจ       |
| 3. แบบฝึกทักษะ 1                      | 1 ชุด   | ใช้ขยายความรู้             |
| 4. ใบความรู้ 1                        | 1 ชุด   | ใช้อธิบายและลงข้อสรุป      |
| 5. สื่อมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกล       | 1 ชุด   | ใช้สำรวจและค้นหา           |
| 6. ใบงาน 1.2                          | 1 ชุด   | ใช้สำรวจและค้นหา           |
| 7. ใบงาน 1.3                          | 1 ชุด   | ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป |
| 8. ใบกิจกรรม 1                        | 1 ชุด   | ใช้ขึ้นประเมินและลงข้อสรุป |
| 9. แบบทดสอบหลังเรียน                  | 1 ชุด   | ใช้ขึ้นประเมิน             |

### การวัดผลและประเมินผล

| รายการวัดผลและประเมินผล     | เครื่องมือที่ใช้                                                          | เกณฑ์ผ่าน                          |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย | สังเกตพฤติกรรมนักเรียน                                                    | -                                  |
| 2. การประเมินผลจากสภาพจริง  | ตรวจใบงาน 1.1 – 1.3<br>ตรวจแบบฝึกทักษะ 1<br>ตรวจสมุดจด<br>ตรวจใบกิจกรรม 1 | ร้อยละ 50 ขึ้นไป<br>ระดับ 3 ขึ้นไป |
| 3. การวัดผลหลังเรียน        | แบบทดสอบรายชุดประสังค์ที่ 1                                               | ร้อยละ 50 ขึ้นไป                   |

### กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ้อมเสริม

| รายการ                                   | วิธีดำเนินกิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน | 1. ครูควบคุมคุณภาพให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน<br>2. ครูอยู่เสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์<br>3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม<br>4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้<br>5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน |
| 2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน  | 1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน                                                                                                                                                                                                                  |

|                                     |                           |                                                         |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | แบบบันทึกผลหลังสอน        | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5                                   |
| รหัสวิชา ว 42101                    | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1 | ค่าที่ 1-5                                              |
| เรื่อง คลื่นกอก                     |                           | หัวข้อเรื่อง คลื่นกอก คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น |

### 1. ความเห็นชอบของแผนการสอน

| รายการประเมิน            | ระดับคุณภาพ |   |   |   | ข้อเสนอแนะ |
|--------------------------|-------------|---|---|---|------------|
|                          | 4           | 3 | 2 | 1 |            |
| จุดประสงค์การเรียนรู้    |             |   |   |   |            |
| เนื้อหาสาระ              |             |   |   |   |            |
| กิจกรรมการเรียนการสอน    |             |   |   |   |            |
| ตัวการสอน                |             |   |   |   |            |
| การวัดผลประเมินผล        |             |   |   |   |            |
| ความสอดคล้อง ( ข้อ 1-5 ) |             |   |   |   |            |

( 4 = มากที่สุด , 3 = มาก , 2 = พอดี , 1 = ควรปรับปรุง )

### 2. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 3. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

### 4. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้สอน

( ..... )

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

|                                                                  |                        |                                                         |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|
| รายวิชา พลศึกษาพื้นฐานและเพิ่มเติม 3<br>รหัสวิชา ว 42101 ชั้นม.5 | แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2<br>สัปดาห์ที่ 3-4 คาบที่ 7-15 |
| เรื่อง คลื่นกํา                                                  |                        |                                                         |
| หัวข้อเรื่อง สมบัติของคลื่น                                      |                        |                                                         |

### สาระสำคัญ

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบกับสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อนของคลื่นเป็นไปตามกฎของ การสะท้อน

คลื่น เมื่อเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ จะเกิดการหักเหเป็นไปตามกฎการหักเห

การแทรกสอดของคลื่น เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนจากแหล่งกำเนิด อาพันธ์ เคลื่อนที่มาพบกันเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นทั้งสอง

เมื่อสิ่งกีดขวางมีช่องว่าง บางส่วนที่คลื่นเคลื่อนที่ไปแล้วไม่เกิดการสะท้อนกลับ คลื่นจะ แห่อออกจากขอบสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวาง โดยหน้าคลื่นเปลี่ยนไป ลักษณะดังกล่าว นี้เรียกว่า การเลี้ยวเบนของคลื่น

### ผลการเรียนที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ ทดลอง อภิปราย และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของคลื่นได้

- เนื้อหา สมบัติของคลื่น**
- การสะท้อน
  - การหักเห
  - การแทรกสอด
  - การเลี้ยวเบน

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### (1) ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูฯ ยกภาพนตร์ตัดต่อเรื่องอัศจรรย์แผ่นดินโลก (คลื่นสมุทร) ขึ้นขอ ไปรเจกเตอร์ นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีด ขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น มีปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง”

(1.2) นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของกลุ่ม เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของกลุ่น” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

(1.3) นักเรียนร่วมกันอภิปราชัยในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่ม ในงาน 10.1 เนพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

(1.4) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม ( ของแต่ละคนในกลุ่ม โดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม )

(1.5) นักเรียนร่วมกันอภิปราชัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของกลุ่ม เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของกลุ่น เพื่อตั้งสมมติฐานแล้ว เกี่ยวนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 2.1

(1.6) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

(1.7) แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของกลุ่นเกี่ยวกับ การ สะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของกลุ่น จากสื่อมัลติมีเดีย และ จากในความรู้

## (2) ขั้นสำรวจและค้นหา

(2.1) ครูนำเสนอสื่อมัลติมีเดียเรื่องสมบัติของกลุ่นเกี่ยวกับการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนเพื่อให้นักเรียนศึกษา และ ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติ ของกลุ่น จากในความรู้ 2 พร้อมกับใบงาน 2.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึก และตอบคำถาม

(2.2) ผู้นักเรียน 1 กลุ่มน้ำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

## (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

(3.1) นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปราชัยร่วมกับครู

(3.2) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของกลุ่น เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลง ในสมุดจดบันทึก

## (4) ขั้นขยายความรู้

(4.1) นักเรียนสนทนากาถามครู และร่วมกันอภิปราชัย เกี่ยวกับตัวอย่าง สมบัติของ กลุ่น จากในความรู้ 2

(4.2) นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 2.3

(4.3) นักเรียนทำแบบฝึกหักษะ 2

### (5) ขั้นประเมิน

(5.1) นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัด จากหนังสือคู่มือต่าง ๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ สมบัติของคลื่น มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลใน คำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 2

(5.2) นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่าง ๆ เกี่ยวกับ สมบัติของคลื่น ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 2 ที่ได้รับการ ประเมินของนักเรียน โดยให้เข้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

(5.3) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

### สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

| รายการสื่อ                                 | จำนวน   | สภาพการใช้สื่อ             |
|--------------------------------------------|---------|----------------------------|
| 1. แบบทดสอบก่อนเรียน                       | 1 ชุด   | ใช้ขั้นสร้างความสนใจ       |
| 2. ในงาน 2.1 + ภาพนิทรรศ์ตัดต่อ            | 1+1 ชุด | ใช้ขั้นสร้างความสนใจ       |
| 3. แบบฝึกทักษะ 2                           | 1 ชุด   | ใช้ขยายความรู้             |
| 4. ในความรู้ 2                             | 1 ชุด   | ใช้อธิบายและลงข้อสรุป      |
| 5. ในงาน 2.2+สื่อมัลติมีเดียคุณสมบัติคลื่น | 1+1 ชุด | ใช้สำรวจและค้นหา           |
| 6. ในงาน 2.3                               | 1 ชุด   | ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป |
| 7. ในกิจกรรม 2                             | 1 ชุด   | ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป |
| 8. แบบทดสอบหลังเรียน                       | 1 ชุด   | ใช้ขั้นประเมิน             |

### การวัดผลและประเมินผล

| รายการวัดผลและประเมินผล     | เครื่องมือที่ใช้                                                                              | เกณฑ์ผ่าน                          |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย | สังเกตพฤติกรรมนักเรียน                                                                        | -                                  |
| 2. การประเมินผลจากสภาพจริง  | ตรวจใบงาน 2.1 – 2.3<br>ตรวจแบบฟึกทักษะ 10<br>เครื่องมือที่ใช้<br>ตรวจสอบดู<br>ตรวจใบกิจกรรม 2 | ร้อยละ 50 ขึ้นไป<br>เกณฑ์ผ่าน<br>- |
| รายการวัดผลและประเมินผล     |                                                                                               | ระดับ 3 ขึ้นไป                     |
| 3. การวัดผลหลังเรียน        | แบบทดสอบรายบุคคลประสังค์ที่ 2                                                                 | ร้อยละ 50 ขึ้นไป                   |

### กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

| รายการ                                   | วิธีดำเนินกิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน | 1. ครุความคุณคุณให้อ่ายในการอบรมระหว่างเรียน<br>2. ครุอย่างเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์<br>3. ครุชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม<br>4. ครุเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้<br>5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน |
| 2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน  | 1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน                                                                                                                                                                                                                    |

|                                     |                           |                             |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | แบบบันทึกผลหลังสอน        | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5       |
| รหัสวิชา ว 42101                    | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2 | ภาคที่ 7 – 15               |
| เรื่อง คลื่นกอ                      |                           | หัวข้อเรื่อง สมบัติของคลื่น |

### 1. ความเห็นชอบของแผนการสอน

| รายการประเมิน              | ระดับคุณภาพ |   |   |   | ข้อเสนอแนะ |
|----------------------------|-------------|---|---|---|------------|
|                            | 4           | 3 | 2 | 1 |            |
| จุดประสงค์การเรียนรู้      |             |   |   |   |            |
| เนื้อหาสาระ                |             |   |   |   |            |
| กิจกรรมการเรียนการสอน      |             |   |   |   |            |
| สื่อการสอน                 |             |   |   |   |            |
| การวัดผลประเมินผล          |             |   |   |   |            |
| ความสอดคล้อง ( ข้อ 1 – 5 ) |             |   |   |   |            |

( 4 = มากที่สุด , 3 = มาก , 2 = พอดี , 1 = ควรปรับปรุง )

### 2. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 3. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

( ..... )

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

|                                                                  |                                                                      |                                                          |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| รายวิชา พลิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3<br>รหัสวิชา ว 42101 ชั้น ม.5 | แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3<br>เรื่อง คลื่นกlot<br>หัวข้อเรื่อง คลื่นนิ่ง | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 3<br>สัปดาห์ที่ 5-6 คานที่ 16-21 |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|

### สาระสำคัญ

การแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ จะทำให้ได้รูปคลื่นใหม่ที่ปรากฏเห็นอยู่ นั่นกับที่ตลอดเวลา เรียกว่า คลื่นนิ่ง

### ผลการเรียนที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคลื่นนิ่ง ได้

เนื้อหา คลื่นนิ่ง

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### (1) ขั้นสร้างความสนใจ

(1.1) นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร”

(1.2) นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร” (ทึ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

(1.3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่ม ใน ใบงาน 3.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เบิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยบังเอิญไม่เน้นถูกผิด)

(1.4) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่ม โดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

(1.5) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 3.1

(1.6) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

(1.7) แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ คลื่นนิ่ง จากสื่อมัลติมีเดียและ จากใบความรู้

**(2) ขั้นสำรวจและค้นหา**

(2.1)..นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นนิ่ง จาก สื่อมัลติมีเดีย และ ในความรู้ 3 พร้อมกับในงาน 3.2 เลี้ยวสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

(2.2) สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

**(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป**

(3.1) นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

(3.2) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นนิ่ง และการสั่นพ้อง เพื่อให้นักเรียนสรุป

สาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

**(4) ขั้นขยายความรู้**

(4.1) นักเรียนสนทนารู้สึกถึงความรู้ และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง คลื่นนิ่งจาก ในความรู้ 11

(4.2) นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในในงาน 3.3

(4.3) นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3

**(5) ขั้นประเมิน**

(5.1) นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัด จากหนังสือคู่มือต่าง ๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ คลื่นนิ่ง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผล ในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 3

(5.2) นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่าง ๆ เกี่ยวกับ คลื่นนิ่ง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 3 ที่ได้รับการประเมิน ของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

(5.3) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

### สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

| รายการสื่อ                             | จำนวน   | สภาพการใช้สื่อ             |
|----------------------------------------|---------|----------------------------|
| 1. แบบทดสอบก่อนเรียน                   | 1 ชุด   | ใช้ขั้นสร้างความสนใจ       |
| 2. ใบงาน 3.1                           | 1 ชุด   | ใช้ขั้นสร้างความสนใจ       |
| 3. แบบฝึกทักษะ 3                       | 1 ชุด   | ใช้ขยายความรู้             |
| 4. ใบความรู้ 3                         | 1 ชุด   | ใช้อธิบายและลงข้อสรุป      |
| 5. ใบงาน 3.2                           | 1 ชุด   | ใช้สำรวจและค้นหา           |
| 6. ใบงาน 3.3 + สื่อนักติมีเดียคลิปนิ่ง | 1+1 ชุด | ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป |
| 7. ใบกิจกรรม 3                         | 1 ชุด   | ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป |
| 8. แบบทดสอบหลังเรียน                   | 1 ชุด   | ใช้ขั้นประเมิน             |

### การวัดผลและประเมินผล

| รายการวัดผลและประเมินผล     | เครื่องมือที่ใช้                                                            | เกณฑ์ผ่าน                          |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย | สังเกตพฤติกรรมนักเรียน                                                      | -                                  |
| 2. การประเมินผลจากสภาพจริง  | ตรวจใบงาน 3.1 – 3.3<br>ตรวจแบบฝึกทักษะ 3<br>ตรวจสอบดูขาด<br>ตรวจใบกิจกรรม 3 | ร้อยละ 50 ขึ้นไป<br>ระดับ 3 ขึ้นไป |
| 3. การวัดผลหลังเรียน        | แบบทดสอบรายชุดประสังค์ที่ 3                                                 | ร้อยละ 50 ขึ้นไป                   |

### กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

| รายการ                                   | วิธีดำเนินกิจกรรม                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน | 1. ครุควนคุณดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน<br>2. ครุคอบเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์<br>3. ครุชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม<br>4. ครุเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้<br>5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน |
| 2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน  | 1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน                                                                                                                                                                                                               |

|                                     |                           |                                      |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | แบบบันทึกผลหลังสอน        | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5                |
| รหัสวิชา ว 42101                    | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 3 | ตามที่ 16 – 21                       |
| เรื่อง กลไก<br>กลไก                 |                           | หัวข้อเรื่อง กลไกนิ่ง และการสั่นพ้อง |

### 1. ความเห็นชอบของแผนการสอน

| รายการประเมิน          | ระดับคุณภาพ |   |   |   | ข้อเสนอแนะ |
|------------------------|-------------|---|---|---|------------|
|                        | 4           | 3 | 2 | 1 |            |
| มาตรฐานค่าใช้จ่าย      |             |   |   |   |            |
| เนื้อหาสาระ            |             |   |   |   |            |
| กิจกรรมการเรียนการสอน  |             |   |   |   |            |
| สื่อการสอน             |             |   |   |   |            |
| การวัดผลประเมินผล      |             |   |   |   |            |
| ความสอดคล้อง (ข้อ 1-5) |             |   |   |   |            |

( 4 = มากที่สุด , 3 = มาก , 2 = พอดี , 1 = ควรปรับปรุง )

### 2. ผลการสอน

.....

.....

### 3. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

### 4. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ภาคผนวก ข  
เอกสารใบงาน ใบความรู้ ภาพสื่อมัลติมีเดียคลิ้นกล

|                                                          |           |                                 |
|----------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชา พลสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3<br>รหัสวิชา ว 42101 | ใบงาน 1.1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1       |
|                                                          |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5                              | 5 คะแนน   | เวลา 10 นาที                    |
| เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น         |           |                                 |

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

- ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า คลื่นนำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่อันหรือแตกต่างกันอย่างไร

Digitized by srujanika@gmail.com

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่อยื่นหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

Digitized by srujanika@gmail.com

Digitized by srujanika@gmail.com

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เมื่อนำหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

Digitized by srujanika@gmail.com

.....

|                                                  |           |                                 |
|--------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชา พิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3             | ใบงาน 1.2 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1       |
| รหัสวิชา ว 42101                                 |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5                      | 5 คะแนน   | เวลา 40 นาที                    |
| เรื่อง คลื่นกอ คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น |           |                                 |

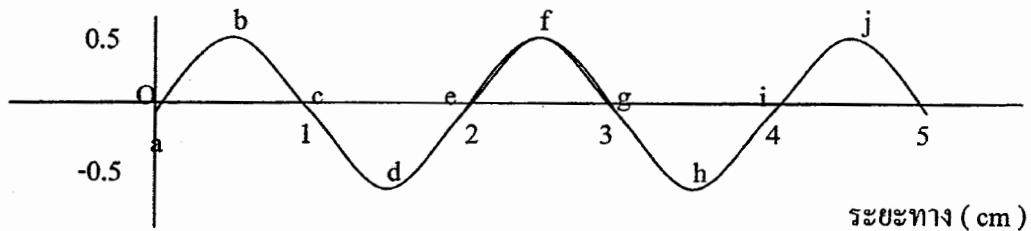
ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

- ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด
  - คลื่นกอ
  - คลื่นผิวน้ำ
  - การซ้อนทับของคลื่น
- ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
  - ปรากฏการณ์ที่มีการส่งผ่านพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังอีกที่หนึ่งถ้าการส่งผ่านพลังงานนี้จะเป็นต้องอาศัยตัวกลาง โดยตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นด้วยเราเรียกว่า  
.....
  - ปรากฏการณ์ที่มีการส่งผ่านพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังอีกที่หนึ่งถ้าการส่งผ่านพลังงานนี้โดย ไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางไปกับคลื่นด้วยเราเรียกว่า  
.....
  - การเคลื่อนที่ของคลื่นผิวน้ำต้องอาศัยหรือไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่  
.....
  - การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงต้องอาศัยหรือไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่  
.....
  - การเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุต้องอาศัยหรือไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่  
.....
  - การเคลื่อนที่ของคลื่นมีทิศตั้งฉากกับการสั่นของตัวกลาง คลื่นในลักษณะนี้เรียกว่า  
.....
  - การเคลื่อนที่ของคลื่นมีทิศในแนวเดียวกับการสั่นของตัวกลาง คลื่นในลักษณะนี้เรียกว่า  
.....
  - ตำแหน่งสูงสุดของคลื่นผิวน้ำเรียกว่า  
.....

### 9. ตำแหน่งตัวสุดของกลิ่นผิวน้ำเรียกว่า

10. คลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นขึ้นไป เกิดการรวมกัน จึงเกิดการรวมกันได้ของคลื่นทำให้ได้รูปร่างของคลื่นใหม่ที่ต่างไปจากคลื่นเดิม เรียกว่า

11. กลุ่มผู้นำขบวนหนึ่ง เมื่อขณะเวลาหนึ่งเป็นดังรูป



### 11.1 ตำแหน่งใดบ้างที่เป็นสันคลื่น

### 11.2 ตำแหน่งไดบังที่เป็นห้องคลื่น

11.3 ตำแหน่งสมดุลของกลีน (ตำแหน่งที่อยู่ในแนวระดับน้ำปักกิ่ง) คือ

#### 11.4 แอมเพลจูดของคลื่นบวนนี้เป็นเท่าไร

### 11.5 ความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) มีค่าเท่าไร

### 11.6 ระยะทางระหว่างจุด 2 จุด บนคลื่นต่อไปนี้ มีค่าเป็นกี่ความยาวคลื่น ( $\lambda$ )

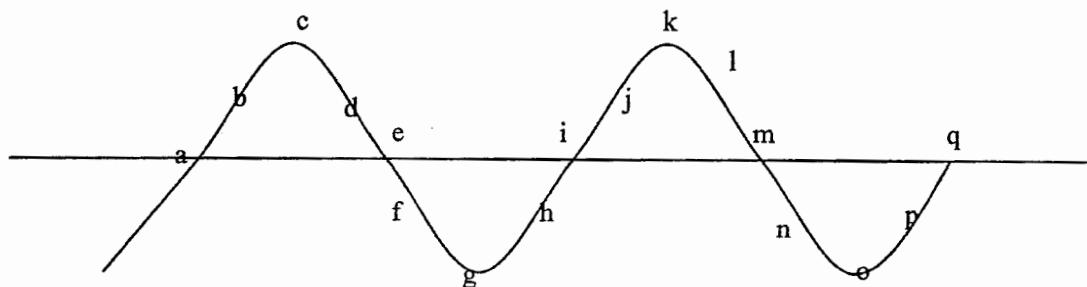
1) bf = ..... .

2) ac = .....

3 ) cf = .....

4)  $bh = \dots$

ให้นักเรียนพิจารณาภูมิคุณต่อไปนี้แล้วต่อคำตามข้อ 12 – 13



12. จงบอกว่า ที่มีเฟสตรงกับวุ่นที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

- 1) a มีเฟสตรงกับวุ่น ..... 2) d มีเฟสตรงกับวุ่น .....
- 3) f มีเฟสตรงกับวุ่น ..... 4) h มีเฟสตรงกับวุ่น .....

13. จงบอกว่า ที่มีเฟสตรงข้ามกับวุ่นที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

- 1) b มีเฟสตรงข้ามกับวุ่น ..... 2) e มีเฟสตรงข้ามกับวุ่น .....
- 3) h มีเฟสตรงข้ามกับวุ่น ..... 4) n มีเฟสตรงข้ามกับวุ่น .....

14. จากการทดลองโดยใช้ถั่วคลื่นที่มีน้ำลึกスマ่เสมอ วัดความยาวของແตนสว่าง 6 ແມ່ນ ทີ່ອຸ່ດັດ  
ກັນຂອງคลื่นຜົວນໍາຕ່ອນເນື່ອງໄຕຮະຫາງ 20 cm ແລະ ມອເຕອຣ໌ສັ້ນ 1,200 ຮອບຕ່ອນທີ່

- 1) ຄວາມຍາວຄົ່ນຂອງຄລິ່ນນໍານີ້ມີຄ່າ ..... cm
- 2) ຄວາມຄືຂອງຄລິ່ນນໍານີ້ມີຄ່າ ..... ເສີຣຕ໌
- 3) ຄວາມເຮົວຂອງຄລິ່ນນໍານີ້ມີຄ່າ ..... cm / s

|                                                   |           |                                 |
|---------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3              | ใบงาน 1.3 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1       |
| รหัสวิชา ว 42101                                  |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5                       | 5 คะแนน   | เวลา 10 นาที                    |
| เรื่อง คลื่นกอล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น |           |                                 |

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

1. แหล่งกำเนิดคลื่นให้คลื่นความถี่ 200 เฮิรตซ์ ความยาวคลื่น 12.5 ซม. ถ้าคลื่นจากนี้เคลื่อนที่ในระยะทาง 300 เมตร จะใช้เวลาเท่าไร

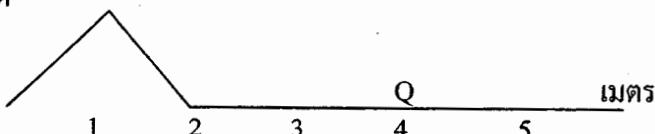
(ตอบ 12 วินาที)

2. แหล่งกำเนิดคลื่นสั่นอย่างสม่ำเสมออยู่อัตรา 40 ครั้งใน 1 นาที ทำให้เกิดคลื่นน้ำแผ่นออกไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาคลื่นที่เกิดขึ้นพบว่า คลื่นแรกจะลูกเคลื่อนที่จากเสาต้นหนึ่งไปยังเสาต้นหนึ่งซึ่งปักอยู่ห่างกัน 20 เมตร ต้องใช้เวลา 2 วินาที ความยาวคลื่นน้ำมีค่าเท่าไร

(ตอบ 15 เมตร)

3. Q เป็นจุดหนึ่งบนเส้นเชือก ถ้าเกิดคลื่นบนเส้นเชือกดังรูป โดยคลื่นมีอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที นานเท่าไรจุด Q จึงขึ้นถึงจุดสูงสุด

(ตอบ 0.6 วินาที)



4. จากการทดลองโดยใช้ถ้วยคลื่นที่มีน้ำลึกสม่ำเสมอ วัดความยาวของแถบสว่าง 6 แถบ ที่อยู่ติดกันของคลื่นผิวน้ำต่อเนื่องได้ระยะทาง 17.5 cm งหาความยาวคลื่น (ตอบ 3.5 ซม.)

5. ระยะทางจากสันคลื่นถึงห้องคลื่นที่อยู่ติดกันเป็น 2 เมตร ถ้ามีคลื่น 30 คลื่น เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 นาที คลื่นขบวนนี้มีความเร็วเท่าไร (ตอบ 2 เมตร/วินาที)

6. คลื่นขบวนหนึ่งมีความเร็ว 10 เมตร/วินาที ความถี่ 50 เฮิรตซ์ จุดสองจุดบนคลื่นที่มีเฟสตรงกันข้าม จะอยู่ห่างกันอย่างน้อยที่สุดเท่าไร (ตอบ 0.1 เมตร)

|                                     |           |                                 |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | ใบงาน 2.1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2       |
| รหัสวิชา ว 42101                    |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5         | 5 คะแนน   | เวลา 10 นาที                    |
| เรื่อง สมบัติของคลื่น               |           |                                 |

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น

.....

.....

.....

2. ตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น ความคิดเห็นของกลุ่ม มีความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาตินี้ว่า

.....

.....

.....

3. ตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า

.....

.....

.....

.....

|                                     |           |                                 |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | ใบงาน 2.2 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2       |
| รหัสวิชา ว 42101                    |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5         | 5 คะแนน   | เวลา 40 นาที                    |
| เรื่อง สมบัติของคลื่น               |           |                                 |

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

- ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด
  - การสะท้อน
  - การหักเห
  - การแทรกสอด
  - การเลี้ยวเบน
- ให้นักเรียนเดินคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
  - เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดคลื่นไปถึงปลายสุดของตัวกลางหนึ่ง ( จุดสะท้อนอิสระ ) หรือคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง(จุดสะท้อนตรงแย่น) คลื่นจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม เรียกคุณสมบัตินี้ของคลื่นว่า

.....

  - ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่าแอมแพลจูของคลื่นสะท้อนกับคลื่นตกรอบจะมีค่า

.....

  - การที่คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกด้วยตัวกลางหนึ่งที่มีคุณสมบัติต่างกันแล้ว เป็นผลให้อัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปโดยทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นอาจเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนก็ได้เรียกคุณสมบัตินี้ของคลื่นว่า

.....

  - เมื่อคลื่นผ่านผิวอยู่ต่อของตัวกลางใด ๆ ปริมาณของคลื่นที่เปลี่ยนแปลง คือ

.....

  - เมื่อคลื่นผ่านผิวอยู่ต่อของตัวกลางใด ๆ ปริมาณของคลื่นที่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ

.....

  - เมื่อคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่มีความถี่เท่ากันและมีเฟสตรงกันเคลื่อนที่互相干涉 จะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า

.....

7. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน หรือมีเฟสต่างกันเป็นค่าคงตัวเรียกว่า  
แหล่งกำเนิดนี้ว่า

.....

8. คลื่นนำที่เกิดการแทรกสอด แล้วผิวน้ำไม่กระเพื่อมหรือการกระจัดเป็นสูญญ์ เรียกว่า

.....

9. คลื่นนำที่เกิดการแทรกสอด แล้วผิวน้ำกระเพื่อมมากที่สุดหรือมีการกระชัดมากที่สุด เรียกว่า

.....

10. หลักการของชอยเกนต์ ซึ่งกล่าวว่า

.....

|                                                         |           |                                                              |
|---------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3<br>รหัสวิชา ว 42101 | ใบงาน 2.3 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2<br>ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 |
| ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5                              | 5 คะแนน   | เวลา 10 นาที                                                 |
| เรื่อง สมบัติของคลื่น                                   |           |                                                              |

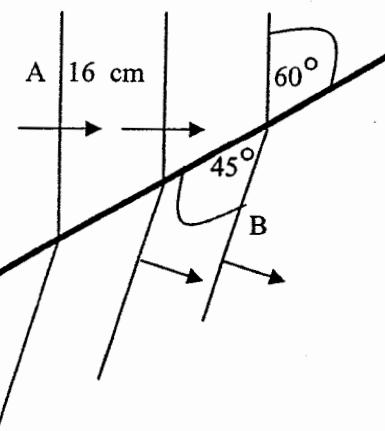
ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

1.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดที่มีความยาวคลื่น 3 cm ให้ความถี่เดียวกันเพื่อสร้างกัน อยู่ห่างกัน 9 cm จงหาจำนวนปัจจัยพห่วง  $S_1$  และ  $S_2$

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีที่ 1} & \quad \text{จาก } S_2 P - S_1 P = n \lambda \\
 & \quad \dots \dots \dots = n(\dots \dots) \\
 & \quad n = \dots \dots \dots \\
 \therefore \text{ จะเกิดจำนวนวนปฏิบัพท์ } & = \dots \dots \dots
 \end{aligned}$$

2. คลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความลึกต่างกัน เกิดปรากฏการณ์ ดังรูป ในบริเวณ A หน้าคลื่นอยู่ห่างกัน  $16 \text{ cm}$  ในบริเวณ B คลื่นมีความเร็ว  $8\sqrt{2} \text{ cm/s}$  ถ้าต้นกำเนิดคลื่นมาจากบริเวณ A ความถี่ของต้นกำเนิดคลื่นมีค่าเท่าใด

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \dots} = \frac{\dots}{\lambda_B}$$



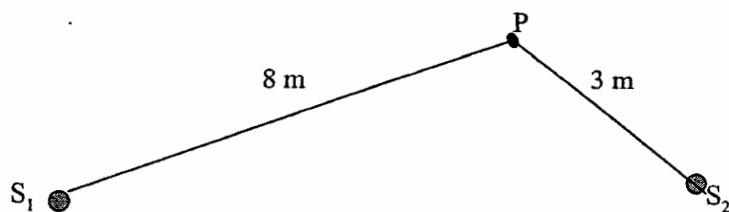
$$110 \qquad \text{v} \qquad \equiv \qquad f\lambda$$

$$\text{จะได้ } f = \frac{v_B}{\lambda_B} = \dots \text{ Hz}$$

ตอบ ต้นกำเนิดคลื่นมาจากบริเวณ A ความถี่ของต้นกำเนิดคลื่นนี้ค่า..... เซิร์ฟเซ

บริเวณ A และบริเวณ B จะมีความถี่คลื่นเท่ากัน เพราะเกิดจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน

3. คลื่นชนิดหนึ่งจาก แหล่งกำเนิด  $S_1$  และ  $S_2$  เมื่อเกิดการแทรกสอด เกิดแนวปฏิบัติ 3 ณ ตำแหน่ง P ดังรูป ถ้าคลื่นนี้มีความถี่ 30 เฮิรตซ์ จงหาอัตราเร็วของคลื่นนี้เป็นกิโลเมตรต่อวินาที



|        |                                              |     |
|--------|----------------------------------------------|-----|
| วิธีทำ | จาก $S_2P - S_1P = n\lambda$                 |     |
|        | $\dots\dots\dots = (\dots\dots\dots)\lambda$ |     |
|        | $\lambda = \dots\dots\dots \text{ m}$        |     |
|        | จาก $v = f\lambda$                           |     |
|        | $v = (\dots\dots\dots)(\dots\dots\dots)$     |     |
|        | $v = \dots\dots\dots \text{ m/s}$            | ตอบ |

4. คลื่นขวนหนึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิด 30 Hz เคลื่อนที่จากน้ำลึกด้วยความเร็ว 9 m/s เฟ้าสู่น้ำตื้น โดยมีพิศทางตั้งฉากกับผิวอยู่ต่อ ถ้าความเร็วในน้ำตื้นเป็น 6 m/s จงหาความยาวคลื่นในน้ำตื้น

|                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| วิธีทำ หาความยาวคลื่นในน้ำลึก จากสมการ                                                                                                                                        | $\lambda = \frac{v}{f}$                                                                           |
| จะได้                                                                                                                                                                         | $\lambda_1 = \frac{v_1}{f} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ m}$ |
| หาความยาวคลื่นในน้ำตื้นจาก                                                                                                                                                    | $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$                                                   |
| $\lambda_2 = \lambda_1 \times \frac{v_2}{v_1} = \dots\dots\dots \text{ m} \times \frac{\dots\dots\dots \text{ m/s}}{\dots\dots\dots \text{ m/s}} = \dots\dots\dots \text{ m}$ |                                                                                                   |
| นั่นคือ ความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น $\dots\dots\dots$ เซนติเมตร                                                                                                                 | ตอบ                                                                                               |

|                                     |           |                                 |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชาพิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | ใบงาน 3.1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 3       |
| รหัสวิชา ว 42101                    |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5         | 5 คะแนน   | เวลา 10 นาที                    |
| เรื่อง กลืนน้ำ                      |           |                                 |

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร

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

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร

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

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร

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

|                                      |           |                                 |
|--------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชา พิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | ใบงาน 3.2 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 3       |
| รหัสวิชา ว 40203                     |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5          | 5 คะแนน   | เวลา 40 นาที                    |
| เรื่อง คลื่นนิ่ง                     |           |                                 |

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

- ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด
  - คลื่นนิ่ง
  - ความถี่ธรรมชาติ
  - การสั่นพ้อง
- ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
  - คลื่น 2 ขบวน ที่มีแอมเพลจูด ความถี่ อัตราเร็ว และความยาวคลื่นเท่ากัน คลื่นที่ส่วนทางกัน เกิดการแทรกสอดอยู่กับที่ เรียกว่าคลื่นนิ่ง
  - คลื่นนิ่งในน้ำ บริเวณที่กระแทบผิว ถือว่า จุดนี้เป็นอิสระ ดังนั้นการแทรกสอดกันของคลื่นน้ำ บริเวณนี้ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด
  - คลื่นนิ่ง ในเส้นเชือก ณ ตำแหน่งที่ปลายตรึง การแทรกสอดกันของคลื่นในเส้นเชือกบริเวณนี้ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด
  - คลื่นนิ่ง ในเส้นเชือก ณ ตำแหน่งที่ปลายอิสระ การแทรกสอดกันของคลื่นในเส้นเชือกบริเวณนี้ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด
  - ระยะระหว่าง บัพ ที่อยู่ติดกันของคลื่นนิ่ง มีค่าเท่ากับ
  - ระยะระหว่าง บัพ และ ปฏิบัพ ที่อยู่ติดกันของคลื่นนิ่ง มีค่าเท่ากับ
  - คลื่น 2 ขบวน มีความถี่เท่ากัน 8 เฮิรตซ์ เคลื่อนที่ส่วนกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งที่มีความถี่ ..... เฮิรตซ์

8. ถ้าเกิดคลื่นนิ่งในสีนเชือก 8 Loops จะต้องมีจุดปฏิบัพทึ้งหมด .....จุด
  9. ถ้าเกิดคลื่นนิ่งในสีนเชือก 10 Loops จะต้องมีจุดบัพทึ้งหมด .....จุด
  10. ถ้าเกิดคลื่นนิ่งในสีนเชือก และมีจุดปฏิบัพทึ้งหมด 7 จุด จะมีจำนวน Loop ทึ้งหมด ..... Loops
-

|                                     |           |                                 |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| รายวิชา พลิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | ใบงาน 3.3 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 3       |
| รหัสวิชา ว 42101                    |           | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 |
| ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5         | 5 คะแนน   | เวลา 10 นาที                    |
| เรื่อง คลื่นนิ่ง                    |           |                                 |

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

---

1. คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ 8 cm ถ้าคลื่นมีความเร็ว 64 m/s จงหาความถี่ของคลื่น

วิธีทำ ระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ  $\frac{\lambda}{4}$

ระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ ..... cm

$$\frac{\lambda}{4} = \dots \text{cm} \quad \lambda = \dots \text{cm}$$

$$\text{จาก } v = f\lambda ; \quad f = \frac{\dots \text{m/s}}{\dots \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$f = \dots \text{Hz} \quad \text{ตอบ}$$

2. ลวดชิ้งครึ่งเส้นหนึ่งยาว 2.5 เมตร ถ้าทำให้เกิดคลื่นที่มีความยาวคลื่น 0.2 เมตร จงหาจำนวน ปฏิบัพทั้งหมด

วิธีทำ ลวดชิ้งครึ่ง จะมี ความสัมพันธ์ ระหว่างความยาวของเส้นลวด กับ ความยาวคลื่นในเส้น ลวดดังนี้

$$L = \frac{n\lambda}{2}, \quad n \text{ คือ จำนวน Loop หรือ ปฏิบัพ}$$

$$n = \frac{2L}{\lambda}$$

$$n = \frac{2(\dots \text{m})}{\dots \text{m}} = \dots \text{ปฏิบัพ} \quad \text{ตอบ}$$

3. เมื่อติดสายกีตาร์เส้นหนึ่งพบว่า มีอยู่ 2 จุดระหว่างปลายทั้งสองของสายกีตาร์ไม่มีการสั่นเลย ถ้าสายกีตาร์ยาว 80 cm จงหาความยาวคลื่นของคลื่นสายกีตาร์นี้

วิธีทำ ระยะห่างระหว่างปลายทั้งสองของสายกีตาร์ไม่มีการสั่นเลย เท่ากับ  $\frac{\lambda}{2}$

ระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ ..... cm

$$\frac{\lambda}{2} = \dots \text{ cm}$$

$$\lambda = \dots \text{ cm} \quad \text{ตอบ}$$

4. เชือกเส้นหนึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตรึงแน่น ปลายอีกข้างหนึ่งติดกับตัวสั่นสะเทือน สั่นด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์ ปรากฏว่าเกิดคลื่นนิ่งพอดี 6 Loop ถ้าใช้เชือกยาว 1.2 เมตร จงหาอัตราเร็วคลื่นในเส้นเชือก

วิธีทำ เส้นเชือกตรึง จะมี ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวของเส้นเชือก กับ ความยาวคลื่นในเส้นเชือกดังนี้

$$L = \frac{n\lambda}{2}, \quad n \text{ คือ จำนวน Loop หรือ ปีกบัพ}$$

$$\lambda = \frac{2L}{n}, \quad \lambda = \frac{2(\dots \text{ m})}{\dots} = \dots \text{ เมตร}$$

$$\text{จาก } v = f\lambda, \quad v = (\dots \text{ Hz})(\dots \text{ m})$$

$$v = \dots \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

5. คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีความเร็ว 80 เมตรต่อวินาที สั่นด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์ ถ้ากระแทกกำแพงแล้วสะท้อนกลับจะเกิด Loop กี่ Loop และ มีจำนวนปีกบัพและจำนวนบัพเท่าใดตามลำดับ สมบุติกำแพงอยู่ห่างจากเครื่องสั่น 4 เมตร

วิธีทำ จาก  $v = f\lambda$

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

$$\lambda = \frac{\dots \text{ m/s}}{\dots \text{ Hz}}$$

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

$$L = \frac{n\lambda}{2}, \quad n \text{ คือ จำนวน Loop หรือ ปีกบัพ}$$

$$n = \frac{2L}{\lambda}$$

$$n = \frac{2(\dots m)}{\dots m} = \dots$$

จำนวน Loop       $n = \dots$  Loops

จำนวน ปฏิบัพ       $n = \dots$  ปฏิบัพ

จำนวน บัพ       $n + 1 = \dots$  บัพ



|                                                   |                |                                 |
|---------------------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3              | ในความรู้ที่ 1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1       |
| รหัสวิชา ว 42101 ระดับชั้นม. 5                    |                | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 |
| เรื่อง คลื่นกύด คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น |                |                                 |

### คลื่นกุด

คลื่น (Wave) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรบกวนแหล่งกำเนิด หรือตัวกลาง การสั่นสะเทือนทำให้มีการแผ่หรือถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นสะเทือนไปยังจุดอื่น ๆ โดยที่ตัวกลางนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ไปกับคลื่น เช่น การวางแผนไม้ หรือวัสดุที่ลอยน้ำได้ลงบนผิวน้ำ แล้วโอนก้อนหิน หรือตื๊อทำให้เกิดคลื่น จะสังเกตเห็นเศษไม้ หรือวัสดุจะกระเพื่อมขึ้นลงอยู่กับที่ แต่จะไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น แสดงให้เห็นว่า การเกิดคลื่นเป็นการถ่ายโอนพลังงานโดยผ่านไม่เลกุลของน้ำ ซึ่งไม่เลกุลของน้ำ (ตัวกลาง) จะไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น

การจำแนกคลื่นตามความจำเป็นของการใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ คลื่นกุด จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะคลื่นกุด สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะได้ศึกษาในระดับสูงขึ้น

คลื่นกุด เป็นคลื่นที่เกิดจากสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิด และมีการถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นบนเส้นเชือก คลื่นผิวน้ำ คลื่นเสียงฯ

การจำแนกคลื่นโดยพิจารณาทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่กับทิศการสั่นของอนุภาคของตัวกลาง แบ่งคลื่นออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. คลื่นตามยาว เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งจากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นบนเส้นเชือก คลื่นผิวน้ำ ฯ



2. คลื่นตามยาว เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่นคลื่นที่เกิดการอัดปลายภาชนะ สปริง คลื่นเสียงฯ

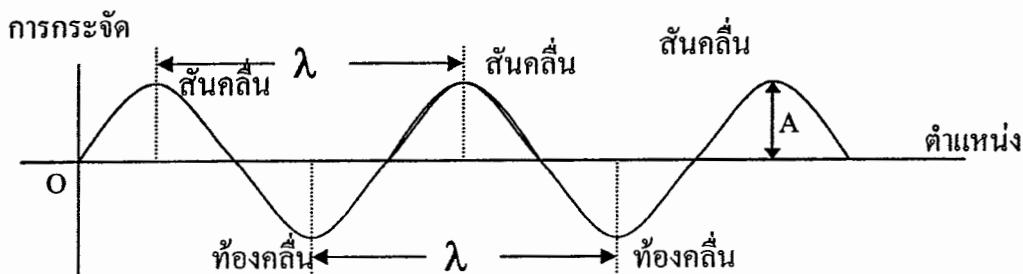


## ส่วนประกอบของคลื่น

เมื่อพิจารณาลักษณะของคลื่นผิวน้ำหรือคลื่นบนเส้นเชือกอย่างต่อเนื่องที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นอย่างสม่ำเสมอ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งตำแหน่งต่าง ๆ ของตัวคลื่น (ผิวน้ำหรือเส้นเชือก) จะขับเข้าลงจากปกติ หรือเรียกว่าแนวสมดุลเดิมถึงตำแหน่งนั้น เรียกว่า การกระจัด(Displacement) (การกระจัด ณ ตำแหน่งใด ๆ บนคลื่นหาได้จากความยาวของเส้นตั้งฉากจากระดับปกติถึงตำแหน่งนั้น ๆ )

- การกระจัดมีค่าเป็น (+) สำหรับตำแหน่งที่สูงกว่าระดับปกติ
- การกระจัดมีค่าเป็น (-) สำหรับตำแหน่งที่ต่ำกว่าระดับปกติ

## ส่วนประกอบที่สำคัญของคลื่นต่อเนื่องดังรูป



รูป แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของคลื่น

1. สันคลื่น คือ ตำแหน่งที่การกระจัดบวกมากที่สุดเหนือระดับปกติหรือตำแหน่งสูงสุดของคลื่น

2. ห้องคลื่น คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดลบมากที่สุดต่ำกว่าระดับปกติหรือตำแหน่งต่ำสุดของคลื่น

3. แอนพิจูด ( $A$ ) คือ การกระจัดสูงสุดของคลื่นจากระดับปกติหรือระดับสูงสุดของคลื่น หรือความสูงของห้องคลื่นจากระดับปกติ

ค่าของแอนพิจูดจะบอกค่าของพลังงาน คือ แอนพิจูดมากพลังงานของคลื่นมาก แอนพิจูดน้อยพลังงานของคลื่นจะน้อย

4. ความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) คือความยาวของคลื่น 1 ลูกคลื่น หรือเป็นระยะห่างจากสันคลื่นถึงสันคลื่นติดกัน

5. คาน ( $T$ ) คือ เวลาที่จุดใดๆบนตัวคลื่นสัม kron 1 รอบ หรือเป็นเวลาที่เกิดคลื่น 1 ลูก หรือเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไปไกล 1 ลูกคลื่น คานมีหน่วยเป็น วินาที(s)

6. ความถี่ (f) คือ จำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 หน่วย หรือจำนวนรอบที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา และความถี่ของคลื่นจะมีค่าเท่ากับความถี่ของการสั่นของแหล่งกำเนิด หมายความว่า แหล่งกำเนิด 1 รอบจะเกิดคลื่น 1 ลูกคลื่น ความถี่มีความเป็น ลูกคลื่นต่อวินาที, รอบต่อวินาที หรือ เฮิร์ตซ์ Hertz (Hz)

ความสำพันธ์ระหว่างความ(T) และความถี่(f)  
จากนิยามความและความถี่

ในเวลา T วินาที คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งได้ 1 ลูกคลื่น

ในเวลา 1 วินาที คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งได้ 1/T ลูกคลื่น

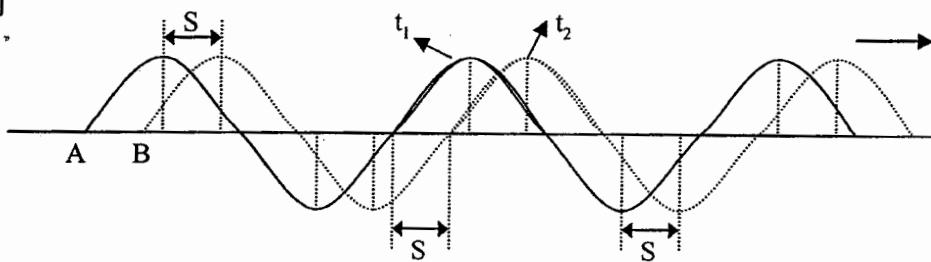
เนื่องจากจำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที คือความถี่(f)

ดังนั้น

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{หรือ} \quad T = \frac{1}{f}$$

อัตราเร็วของคลื่น

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นถ่ายทอดพลังงานให้แก่ตัวกลางทำให้เกิดคลื่นขึ้น คลื่นจะเคลื่อนที่ออก จากแหล่งกำเนิด โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็วคงที่เมื่อไม่มีการเปลี่ยนตัวกลาง  
ดังรูป



รูป แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่น

จากรูป ณ เวลา  $t_1$  คลื่นต่อเนื่องอยู่ ณ ตำแหน่ง A เมื่อเวลาผ่านไป  $t_2$  คลื่นเคลื่อนที่ไปทางขวาเมื่ออยู่ ณ ตำแหน่ง B เป็นระยะทาง S

ดังนั้นเราสามารถหาอัตราเร็ว (v) ของคลื่น ได้จาก

$$\text{อัตราเร็ว} (v) = \frac{\text{ระยะทาง} (S)}{\text{เวลา} (t_2 - t_1)}$$

$$\text{หรือ } v = \frac{S}{t} \quad \text{เมื่อ } t = t_2 - t_1$$

เนื่องจากอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางเดียวกันมีค่าคงที่ถ้าพิจารณาคลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 ลูกคลื่นพอดี ได้ว่า  $S = \lambda$ ,  $t = T$

$$\begin{aligned} \text{จาก } v &= \frac{s}{t} \\ \text{ดังนั้น } v &= \frac{\lambda}{T} \\ \text{หรือ } v &= f\lambda \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำสั่นด้วยความถี่ 20 รอบ/วินาที และพบว่าสัณคลื่นน้ำ 5 สัณคลิตต่อ กันห่าง กัน 20 ซม. จงหาอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ

วิเคราะห์โดยที่ 1. ความถี่ของคลื่นผิวน้ำ = ความถี่ของแหล่งกำเนิด = 20 Hz

$$2. \text{ สัณคลื่น } 5 \text{ สัณคลิตต์ } = 4\lambda \quad \therefore \quad 4\lambda = 20 \text{ cm}$$

$$\text{นั่นคือ } \lambda = 5 \text{ cm}$$

วิธีทำ ต้องการหา  $v$

$$\text{จากสมการ } v = f\lambda = 20 \times 5 = 100 \text{ cm/s}$$

$$\text{หรือ } v = 1 \text{ m/s}$$

ดังนั้น อัตราเร็วของคลื่นน้ำ 1 เมตร/วินาที ตอบ

ตัวอย่าง 2 แหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำจะต้องสั่นด้วยความถี่เท่าไรจึงทำให้เกิดคลื่นน้ำเคลื่อนที่ได้ 40 เมตร ในเวลา 5 วินาที และมีระยะห่างของสัณคลื่นจากสัณคลื่นที่ 1 ถึงสัณคลื่นที่ 5 เท่ากับ 2 เมตร

วิเคราะห์โดยที่ 1. คลื่นน้ำเคลื่อนที่ได้ 40 เมตร ในเวลา 5 วินาที

$$\text{แสดงว่ามีอัตราเร็ว } v = \frac{s}{t} = \frac{40}{5} = 8 \text{ m/s}$$

$$2. \text{ สัณคลื่นที่ } 1 \text{ ถึงสัณคลื่นที่ } 5 = 4\lambda \quad \therefore \quad 4\lambda = 2 \text{ m}$$

$$\text{นั่นคือ } \lambda = 0.5 \text{ m}$$

วิธีทำ ต้องการหาความถี่  $f$

$$\text{จากสมการ } v = f\lambda$$

$$8 = f \times 0.5$$

$$f = 16 \text{ Hz}$$

เนื่องจากความถี่ของแหล่งกำเนิด = ความถี่ของคลื่น = 16 Hz

ดังนั้นแหล่งกำเนิดคลื่นมีความถี่ 16 เฮิรตซ์ ตอบ

ตัวอย่าง 3 สะบักเหือกให้เกิดคลื่นในเส้นเหือก จุดหนึ่งของเหือกเคลื่อนที่จากการกระจัดสูงสุดมาซึ้ง จุดที่มีการกระจัดเป็นศูนย์ใช้เวลา 0.2 วินาที จงหา

ก. เวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบ

ข. ถ้าความยาวคลื่นเป็น 1.4 เมตร อัตราเร็วคลื่นเป็นเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์ เวลาในการเคลื่อนที่จากการกระจัดสูงสุดมาซึ้งจุดที่การกระจัดเป็นศูนย์ จะใช้เวลา

$$= \frac{T}{4}$$

วิธีทำ ก.  $\frac{T}{4} = 0.2 \text{ วินาที}, T = 0.2 \times 4 \text{ วินาที}$

ดังนั้นเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบคือ 0.8 วินาที ตอบ

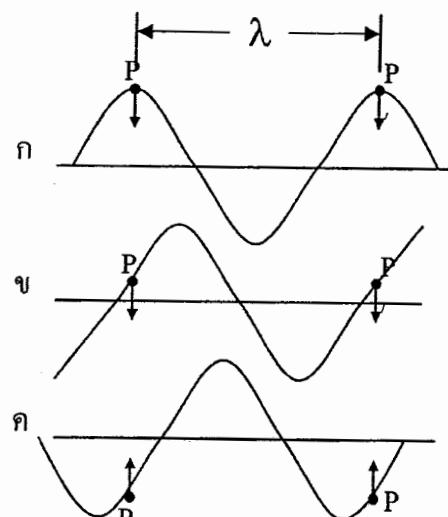
ข. อัตราเร็วคลื่น  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1.4}{0.8} = 1.75 \text{ m/s}$

ดังนั้นอัตราเร็วคลื่นคือ 1.75 เมตร/วินาที ตอบ

### เฟส (Phase)

เฟส เป็นค่าที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเป็นรอบขณะได้ขณะหนึ่ง โดยจะมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่นั้น เช่นกรณีคลื่นผิวน้ำการเคลื่อนที่ขึ้นลงของผิวน้ำ ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีลักษณะเป็นรอบครบรอบดังนั้นขณะที่มีคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปผ่านมาขึ้นอยู่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งในรอบของการเคลื่อนที่ หรืออยู่ในเฟสหนึ่ง ๆ นั้นเอง

จากรูป 1 ก ถ้าพิจารณาภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่งจะเห็นว่า P และ P' อยู่ห่างกันเท่ากับระยะ 1 ความยาวคลื่นจุดทึ้งสองอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกัน และการเคลื่อนที่ของผิวน้ำที่จุดทึ้ง 2 ไปทางทิศเดียวกันเรียกว่า จุดทึ้งสองอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกัน แล้วการเคลื่อนที่ของผิวน้ำที่จุดทึ้ง 2 ไปทางทิศเดียวกันเรียกว่า จุดทึ้งสองมีเฟสตรงกัน เมื่อเวลาผ่านไปผิวน้ำตรงจุด P และ P' จะเคลื่อนที่ลงตำแหน่งของจุด P และ P' บนผิวน้ำจะเปลี่ยนไปดังรูป 1 ข และ 1ค แรกล่าว่าทั้งจุด P และ P' มีเฟสเปลี่ยนไปจากเดิมแต่จุดทึ้งสองยังมีเฟสตรงกันอยู่ ทั้งนี้เพราะจุดทึ้ง 2 ยังคงอยู่ห่างจากระดับปกติเท่ากันโดยอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับน้ำปกติเท่ากันและจะมีทิศการเคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน



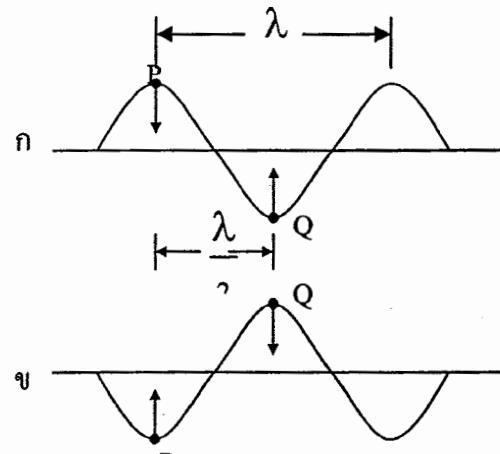
รูป 1 ภาคตัดขวางของคลื่น

ผิวน้ำ

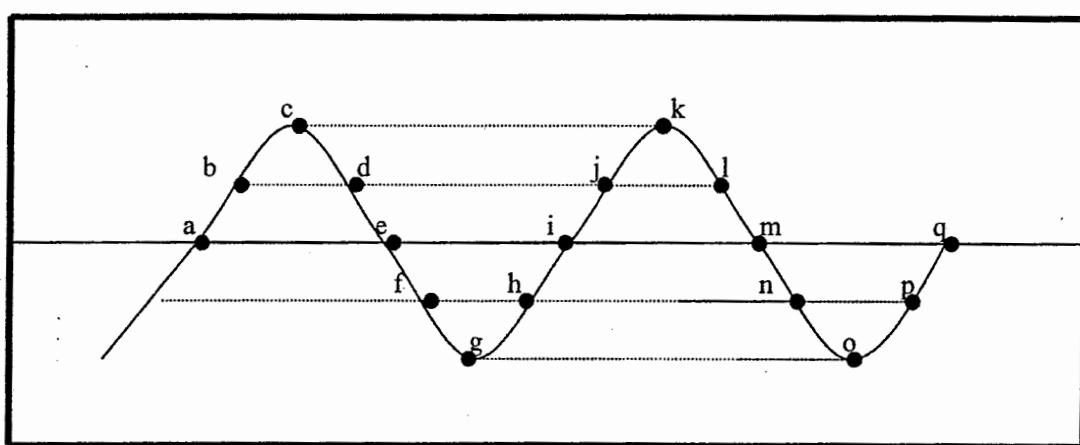
เสนอชี้ว่าเราอาจกล่าวได้ว่า ถ้าการกระจัดของจุดทั้ง 2 เท่ากัน มีเครื่องหมายเหมือนกัน จุดทั้ง 2 มีเฟสตรงกัน เมื่อเวลาผ่านไป 1 คาบ (T) จุด P และ P' จะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมอีกครั้งหนึ่ง

จากรูป 2 ก ถ้าเปรียบเทียบจุดบนผิวน้ำที่ P และ Q ณ เวลาหนึ่ง จะเห็นว่าจุดทั้งสองจะห่างกันเป็นระยะครึ่งความยาวคลื่น คือถ้าจุด P อยู่บนสันคลื่น จุด Q จะอยู่ที่ห้องคลื่นหรือกล่าวได้ว่าขณะที่จุด P อยู่เหนือระดับน้ำปกติ จุด Q จะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำปกติและผิวน้ำตรงจุดทั้งสองจะขับเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันเมื่อเวลาผ่านไปจุดทั้งสองจะมีตำแหน่งเปลี่ยนไป กล่าวคือมีเฟสเปลี่ยนไปแต่จุดทั้งสองคงยังมีเฟสตรงข้ามกันเสมอทั้งนี้จะสังเกตเห็นว่าขณะที่จุด P เคลื่อนที่ลง

จุด Q จะเคลื่อนที่ขึ้น โดยระยะห่างจากระดับน้ำปกติของจุดทั้งสองยังคงเท่ากันแต่อยู่คนละด้าน เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งคาบ (T/2) ดังรูป 2 ข จุด P จะเคลื่อนที่มาอยู่ที่ตำแหน่งที่ห้องคลื่น ส่วนจุด Q จะมาอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่นจุดทั้งสองคงอยู่ห่างกันเป็นระยะครึ่งความยาวคลื่นและมีเฟสตรงข้ามกันเสมอการศึกษาความแตกต่างเฟสของคลื่นจะเป็นการเปรียบเทียบเฟส ระหว่างจุดสองจุดบนคลื่น ณ เวลาหนึ่งหรือที่จุดเดียวกันแต่กันระยะเวลาหรือ ระหว่างเฟสของคลื่นสองคลื่นที่เคลื่อนที่มาพบกัน ณ เวลาเดียวกัน



รูป 2 ภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่งแสดงจุดที่มีเฟสตรง



รูป 3 ภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่นที่เวลาหนึ่ง

พิจารณาปุ่ม 3 ที่เวลาหนึ่ง จุด c และจุด k อยู่บน ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกันและกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเดียวกันเรียกว่า จุด c และ k มีเฟสตรงกันในท่านองเดียวกัน จุด b และจุด j อยู่สูงจากระดับน้ำปกติเท่ากันและกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเดียวกัน จุด b และจุด j จึงมีเฟสตรงกัน ส่วนจุด d และจุด h อยู่ห่างจากระดับน้ำปกติเท่ากัน แต่อยู่คนละด้าน และกำลังเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้าม เรียกว่า จุด d และ จุด h มีเฟสตรงข้ามกัน

ตัวอย่าง คลื่นขบวนหนึ่งมีความถี่ 100 Hz มีความเร็ว 20 m/s ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กันจะ ห่างกันเท่าไร

วิเคราะห์โจทย์ ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กันจะห่างกัน  $1\lambda$

ดังนี้ต้องหาว่าคลื่นนั้นมีความยาวคลื่นเท่าไร

เมื่อทราบ  $f = 100 \text{ Hz}$ ,  $v = 20 \text{ m/s}$

$$\text{วิธีทำ} \quad \text{จากสมการ} \quad v = f\lambda$$

$$\text{จะได้ว่า} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \lambda &= \frac{20 \text{m/s}}{100 \text{Hz}} \\ &= 0.2 \text{ m} \\ &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

นั่นคือตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กันจะห่างกัน 20 cm

ตอบ

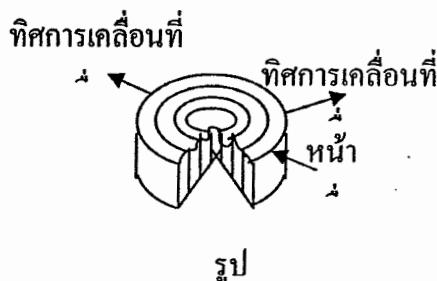
### คลื่นผิวน้ำ

การศึกษาคลื่นผิวน้ำเพื่อให้适合ในการสังเกตปรากฏการณ์คลื่นบนผิวน้ำ เราใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าดาดคลื่น ส่วนสำคัญของอุปกรณ์ คือ ตัวดาดคลื่น ตัวกำหนดคลื่น โคมไฟ วิธีศึกษาคลื่นผิวน้ำเราไม่ได้ดูผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงโดยตรงแต่จะดูจากความเข้มของแสงที่ผ่านคลื่นในดาดคลื่นแทน โดยส่วนที่เป็นสันคลื่นจะทำหน้าที่สะท้อนเลนส์ญี่ปุ่นซึ่งจะรวมแสงทำให้เกิดແນาสว่างบนแผ่นกระดาษขาวที่วางอยู่ใต้ดาดคลื่น ส่วนท้องคลื่นจะทำหน้าที่สะท้อนเลนส์ไว้ซึ่งกระดาษแสงทำให้เกิดແນาสนิทบนแผ่นกระดาษ ดังนั้นภาพของคลื่นผิวน้ำที่ปรากฏบนกระดาษ คือ ແນาสว่างและมีดีสลับกัน

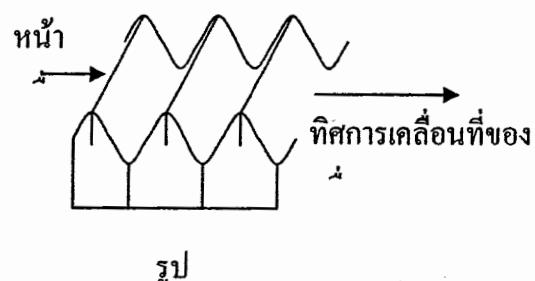
เมื่อใช้ปลายดินสอและขอบไม้บรรทัดแตะผิวน้ำอย่างละเอหะหนึ่งครั้ง แล้วสังเกตดักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้น การใช้ดินสอหรือขอบไม้บรรทัดเป็นการรบกวนผิวน้ำ การรบกวนผิวน้ำหนึ่งครั้งจะเกิดคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่นหนึ่งครั้งเช่นกัน คลื่นที่ได้นี้เรียกว่า คลื่นคล

เมื่อจุด ๆ หนึ่งบนผิวน้ำถูกรบกวนหนึ่งครั้ง โดยปัจจัยดินสอ คลื่นคลื่นที่เกิดแนวยาวนี้ครั้งโดยรอบไม่บรรทัด คลื่นคลื่นที่เกิดขึ้นจะเป็นแนวยาวเคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่น คลื่นคลื่นที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าคลื่นเส้นตรง

เมื่อผิวน้ำถูกรบกวนเป็นจังหวะต่อเนื่องจะทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำออกจากตัวกำเนิดคลื่นตลอดเวลาเรียกว่า คลื่นต่อเนื่อง เมื่อปรับปุ่มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แตะผิวน้ำและปรับมอเตอร์ให้หมุนด้วยความถี่ที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการรบกวนผิวน้ำเป็นจังหวะต่อเนื่อง และมีคลื่นผิวน้ำแผ่ขยายออกจากตัวกำเนิดคลื่นไปเป็นรูปวงกลม ดังรูป ก. ถ้าเปลี่ยนตัวกำเนิดคลื่นเป็นคนนั่งทือ ให้มีการรบกวน ผิวน้ำในแนวยาวและเป็นจังหวะต่อเนื่องจะเกิดเป็นแนวเส้นตรงเคลื่อนออกจากตัวกำเนิดคลื่น ดังรูป ข. ซึ่งประกอบด้วยส่วนโครงข่ายและส่วนโถงลงของผิวน้ำเพื่อกราฟไปจากตัวกำเนิด



รูป



รูป

จากรูป ก. และ ข. เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันในคลื่นลูกหนึ่ง ๆ เช่น แนวสันคลื่นหรือแนวของห้องคลื่น เรียกว่า หน้าคลื่น ดังนี้ แนวเส้นกลางของແນบสว่างซึ่งเกิดขึ้นจากแนวของสันคลื่น และแนวเส้นกลางของແນบมีดซึ่งเกิดจากแนวของห้องคลื่นต่างก็เป็นหน้าคลื่น ทิศการคลื่นที่ของคลื่นจะตั้งฉากกับหน้าคลื่น โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงหน้าคลื่นเราใช้แนวหนึ่งดังกล่าวมาแล้วเป็นหน้าคลื่น ในรูป ก. และ ข. ในแนวของແນบสว่างเป็นหน้าคลื่น

ตัวอย่าง จากการทดลองโดยใช้ดาดคลื่นที่มีความถี่สม่ำเสมอ วัดความยาวของແນบสว่าง 5 ແນบ ที่อยู่ดัดกันของคลื่นผิวน้ำต่อเนื่องได้ระยะทาง 10 ซม. ถ้าคลื่นผิวน้ำมีอัตราเร็ว 20.00 ซม./วินาที จงหาความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่น

วิธีทำ ແນบสว่าง 5 ແນบที่อยู่ดัดกันคิดเป็น 4 ความยาวคลื่น

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ} \quad 4\lambda &= 10 \quad \text{cm} \\ \text{เพร率นะนี้ความยาวคลื่น } \lambda &= 10/4 \quad \text{cm} \\ \text{หาความถี่ของคลื่นจาก } f &= v/\lambda \end{aligned}$$

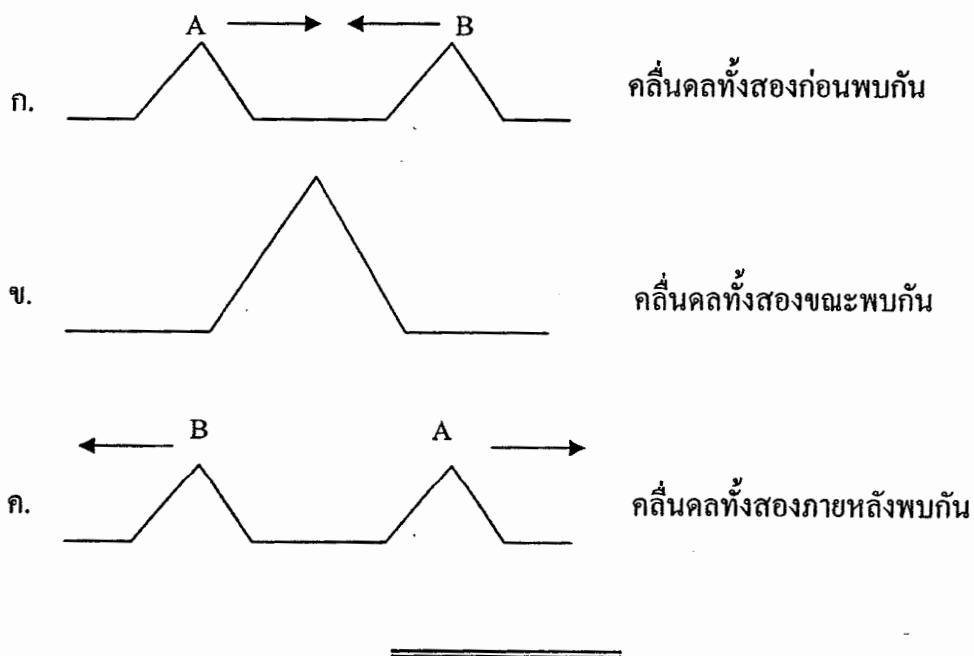
$$\text{แทนค่า } f = \frac{20}{2.5} = 8 \text{ Hz}$$

คำตอบ ความยาวคลื่นเท่ากับ 2.5 ซม.

ความถี่ของคลื่น 8 เฮิรตซ์

### การซ้อนทับของคลื่น

เมื่อคลื่นคลื่นสองคลื่นที่มีการกระจัดไปทางเดียวกันเคลื่อนที่มาพบกันคลื่นทั้งสองจะรวมกัน ทำให้การกระจัดลัพธ์ ณ ตำแหน่ง และเวลาหนึ่ง ๆ มีขานามากกว่าการกระจัดเดิมของแต่ละคลื่น ณ ตำแหน่ง และเวลาหนึ่ง ๆ เมื่อคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพื้นกันไปแล้วคลื่นคลื่นเดิมจะยังคงมีลักษณะอย่างเดิม เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดิม ดังรูป



|                                     |             |                                 |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------|
| รายวิชา พลิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3 | ใบความรู้ 1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2       |
| รหัสวิชา ว 42101 ระดับชั้น ม. 5     |             | ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 |
| เรื่อง สมบัติของคลื่น               |             |                                 |

### การสะท้อนของคลื่น

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดคลื่นไปถึงปลายสุดของตัวกลางหนึ่ง (จุดสะท้อนอิสระ) คลื่นจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิมหรือคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง (จุดสะท้อนตรึง แน่น) จะเกิดการสะท้อนกลับมาในตัวกลางเดิม

ลักษณะของคลื่นสะท้อน เมื่อ

1. จุดสะท้อนตรึงแน่น คลื่นสะท้อนมีลักษณะตรงข้ามกับคลื่นตกรอบ คือ เข้าเป็นสัน ออกเป็นห้องคลื่น หรือ เข้าเป็นห้องคลื่นออกเป็นสันคลื่น หรือ คลื่นสะท้อนมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นตกรอบ

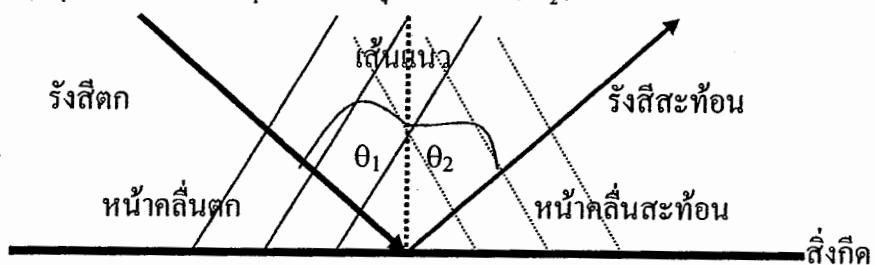
2. จุดสะท้อนอิสระ คลื่นสะท้อนมีลักษณะเหมือนกับคลื่นตกรอบ คือ เข้าเป็นสันคลื่น ออกเป็นสันคลื่น หรือ เข้าเป็นห้องคลื่นออกเป็นห้องคลื่น หรือ คลื่นสะท้อนมีเฟสเดียวกันกับคลื่นตกรอบ

เมื่อคลื่นน้ำเคลื่อนที่ไปกระทบตัวสะท้อน ผิวน้ำบริเวณตัวสะท้อนสามารถระเพื่อม津ยูล ได้โดยอิสระ การสะท้อนของคลื่นน้ำนี้ถือว่าจุดสะท้อนเป็นอิสระ เฟสของคลื่นสะท้อนจะเป็นเฟสเดียวกัน ดังนั้นการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ ความหนาแน่นของตัวกลางจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสะท้อน ดังนี้ เมื่อคลื่นเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก คลื่นสะท้อนจะมีเฟสตรงกันข้าม(เป็นการสะท้อนที่ปลายอิสระ) ส่วนคลื่นเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย คลื่นสะท้อนจะมีเฟสเดียวกัน(เป็นการสะท้อนที่ปลายอิสระ)

การสะท้อนของคลื่น จะมีคุณสมบัติได้ดังนี้

- ความตื้นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความตื้นของคลื่นตกรอบ
- ความเร็วของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความเร็วของคลื่นตกรอบ
- ความยาวคลื่นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความยาวคลื่นของคลื่นตกรอบ
- ถ้าการสะท้อนไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่าแอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนจะมีค่าเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นตกรอบ
- การสะท้อนของคลื่นจะเป็นไปตามกฎการสะท้อน
  - รั้งสีตกรอบ เส้นแนวจาก รั้งสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน

2) มุมตอกกระทบ ( $\theta_1$ ) เท่ากับ มุมสะท้อน ( $\theta_2$ )

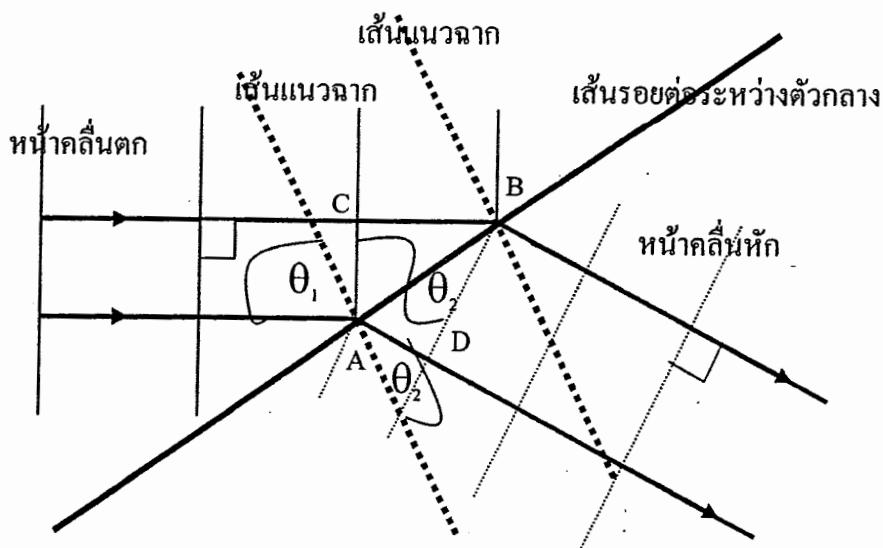


การหักเหของคลื่น

การหักเหของคลื่น หมายถึง การที่คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติต่างกันแล้ว เป็นผลให้อัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปโดยทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นอาจเปลี่ยน หรือไม่เปลี่ยนก็ได้ (ถ้าน้ำคลื่นตอกกระทบนานกับแนวรอยต่อของตัวกลางทั้งสองทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นหักเหไม่เปลี่ยนแปลง)

เมื่อคลื่นหักเหระหว่างผิวรอยต่อของตัวกลางใด ๆ ปริมาณของคลื่นที่เปลี่ยนแปลง คือ ความเร็วและความยาวคลื่น ส่วนความถี่มีค่าคงที่ เพราะเป็นคลื่นต่อเนื่องที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน

ในการพิจารณา ความเร็ว ( $v$ ) และ ความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) ในตัวกลางใด ๆ เมื่อ ความถี่ ( $f$ ) คงที่ สามารถพิจารณาจากสมการ  $v = f\lambda$  ดังรูป



รูป แสดงมุมตอกกระทบ ( $\theta_1$ ) และมุมหักเห ( $\theta_2$ )  
จากรูป ระยะ BC เป็นความยาวคลื่นในเขตนำลึก  $\lambda_1$   
ระยะ AD เป็นความยาวคลื่นในเขตนำดื้ิน  $\lambda_2$

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้ } \sin \theta_1 &= \frac{BC}{AB} = \frac{\lambda_1}{AB} \\
 \sin \theta_2 &= \frac{AD}{AB} = \frac{\lambda_2}{AB} \\
 \text{ดังนั้น} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{\lambda_1 / AB}{\lambda_2 / AB} \\
 &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } v = f\lambda \quad \text{จะได้ } \lambda &= \frac{v}{f} \\
 \text{ดังนั้น} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{v_1 / f}{v_2 / f}
 \end{aligned}$$

(ความถี่ ( $f$ ) เท่ากันเพราแผลงกำเนิดเดียวกัน)

$$\text{จะได้ } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

จากสมการ (1) และ (2) จะได้

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

จากสมการ (2) อธิบายได้ว่า เมื่อคลื่นมีการหักเห อัตราส่วนของค่าใช้สอยของนุ่มตកกระหนบ กับค่าใช้สอยของนุ่มหักเห จะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกล่างที่คลื่นตกกระหนบ กับอัตราเร็วคลื่นในตัวกล่างที่คลื่นหักเห

ตัวอย่าง 1 คลื่นบนหนึ่งเกิดจากแผลงกำเนิด 20 Hz เคลื่อนที่จากน้ำลึกด้วยความเร็ว 6 m/s เป้าสู่ น้ำตื้น โดยมีทิศทางตั้งฉากกับผิวรอยต่อ ถ้าความเร็วในน้ำตื้นเป็น 4 m/s จงหาความยาวคลื่นใน น้ำตื้น

วิเคราะห์โจทย์ ทิศทางของคลื่นตกกระหนบตั้งฉากกับผิวรอยต่อทิศทางของคลื่นหักเหไม่เปลี่ยนแปลง อัตราส่วนของค่าใช้สอยไม่เกี่ยวข้อง

$$\text{ความถี่ของคลื่นในน้ำลึก} = \text{ความถี่ของคลื่นในน้ำตื้น} = 20 \text{ Hz}$$

ถ้าให้น้ำลึกเป็นตัวกล่างที่ 1 และ น้ำตื้นเป็นตัวกล่างที่ 2

จะได้เกี่ยวกับอัตราเร็ว  $v$  ว่า

$$v_1 = 6 \text{ m/s}, \quad v_2 = 4 \text{ m/s}$$

วิธีทำ หาความยาวคลื่นในน้ำลึก จากสมการ  $\lambda = \frac{v}{f}$

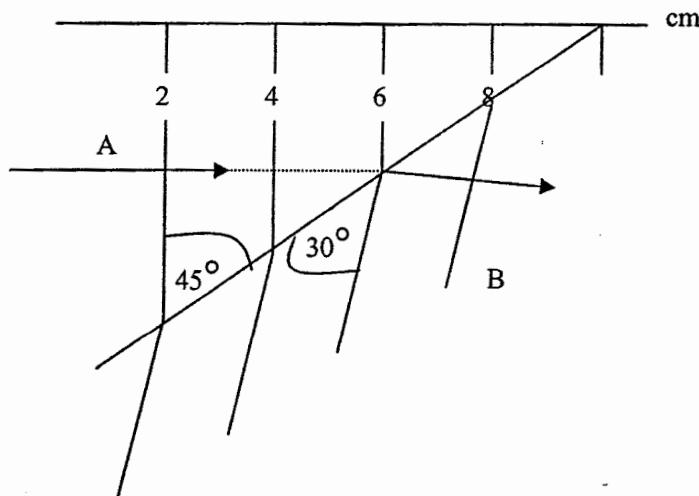
จะได้  $\lambda_1 = \frac{v_1}{f} = \frac{6}{20} = 0.3 \text{ m}$

หาความยาวคลื่นในน้ำด้านจาก  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times \frac{v_2}{v_1} = 0.3 \text{ m} \times \frac{4 \text{ m/s}}{6 \text{ m/s}} = 0.2 \text{ m}$$

ผู้คือ ความยาวคลื่นในน้ำด้านเป็น 20 เซนติเมตร ตอบ

ตัวอย่าง 2 คลื่นน้ำหน้าตรงเคลื่อนที่จากบริเวณ A ไปสู่บริเวณ B ใน刹那คลื่นทำให้เกิดการหักเหของคลื่นปรากฏดังรูป ถ้าคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดซึ่งมีความถี่ 10 Hz อัตราเร็วคลื่นน้ำบริเวณ B จะมีค่าเท่าใด



วิเคราะห์โจทย์ ความยาวคลื่นบริเวณ A ( $\lambda_A$ ) = 2 cm

ความถี่ของคลื่นบริเวณ A = ความถี่ของคลื่นบริเวณ B = 10 Hz

อัตราเร็วคลื่นบริเวณ A หาได้จากสมการ  $v_A = f\lambda_A$

$$\sin \theta_1 = \sin \theta_A = \sin 45^\circ \text{ สำหรับ } \sin \theta_2 = \sin \theta_B = \sin 30^\circ$$

วิธีทำ จากสมการ  $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ , ดังนั้น  $\frac{\sin \theta_A}{\sin \theta_B} = \frac{v_A}{v_B}$

$$\text{จะได้ } v_B = v_A \times \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ}, \quad v_B = (10 \text{ Hz})(2 \text{ cm}) \times \frac{(1/2)}{(1/\sqrt{2})}$$

$$v_B = 10\sqrt{2} \text{ cm/s}$$

ดังนั้น อัตราเร็วคลื่นน้ำบริเวณ B เป็น  $10\sqrt{2}$  เซนติเมตรต่อวินาที ตอบ

### การแทรกสอดของคลื่น

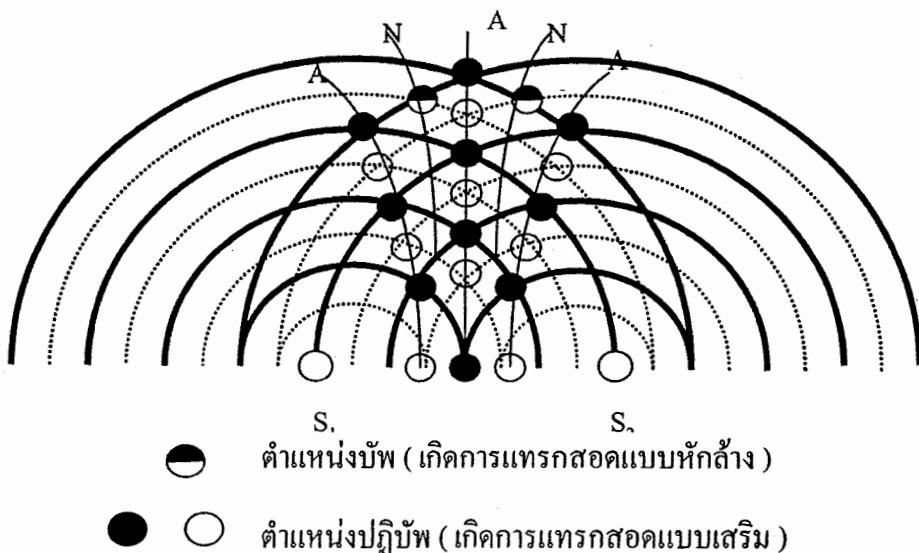
เมื่อคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่มีความถี่เท่ากันและมีเฟสตรงกัน เคลื่อนที่互相พักกัน จะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า เกิด การแทรกสอดของคลื่น

ในกรณีของการแทรกสอดนี้ สันคลื่นตรงกันและห้องคลื่นตรงกัน คลื่นลักษณะเดียวกันจะมีสัน คลื่นสูงกว่าเดิม และมีห้องคลื่นลึกกว่าเดิม เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบเสริม (ปฐบันพ)

ถ้าการแทรกสอดนี้ สันคลื่นไปตรงกับห้องคลื่นของอีกแหล่งหนึ่ง คลื่นลักษณะเดียวกันจะมีสันคลื่นต่ำกว่าเดิม และห้องคลื่นตื้นกว่าเดิม เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง (บัพ)

แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน หรือมีเฟสต่างกันเป็นค่าคงตัว เรียก แหล่งกำเนิดนี้ว่า แหล่งกำเนิดอาพาธ

คลื่นน้ำที่เกิดการแทรกสอด แล้วผิวน้ำไม่กระเพื่อมหรือการกระจัดเป็นศูนย์ เรียกว่า บัพ (Node, N) และแนวเส้นที่ลากเชื่อมบัพที่อยู่ติดกันไปเรียกว่า เส้นบัพ ส่วนตำแหน่งที่ผิวน้ำ กระเพื่อมมากที่สุด หรือมีการกระจัดมากที่สุด เรียกว่า ปฐบันพ (Antinode, A) และแนวเส้นที่ลาก เชื่อมต่อปฐบันพที่อยู่ติดกันไปเรียกว่า เส้นปฐบันพ ดังรูป



รูป แสดงตำแหน่งบัพ และ ตำแหน่งปฐบันพ

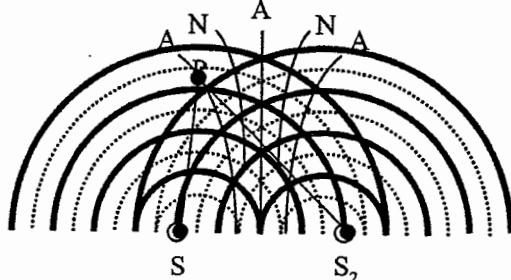
ในกรณีที่  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพาňธ์ ทุกจุดบนเส้นปฎิบัพ คลื่นจะแทรกสอดแบบเสริม และผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใด ๆ บนเส้นปฎิบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = n\lambda$$

เมื่อ  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

$n$  คือ แนวเส้นปฎิบัพ

0 คือ แนวเส้นกลาง

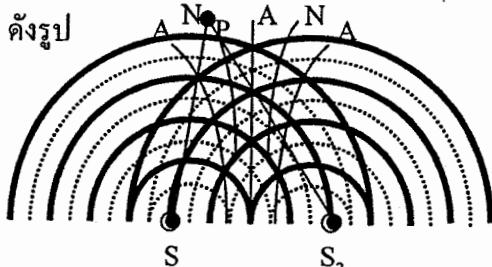


ในกรณีที่  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพาňธ์ ทุกจุดบนเส้นบัพ คลื่นจะแทรกสอดแบบหักล้าง และผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใด ๆ บนเส้นบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มคลื่นลบกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

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

เมื่อ  $n = 1, 2, 3, \dots$

$n$  คือ แนวเส้นบัพ



ตัวอย่าง 1 คลื่นนำส่องคลื่นเกิดจากแหล่งกำเนิดอาพาňธ์มีเฟสตรงกัน คลื่นทั้งสองมีความยาวคลื่น 4.0 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองเท่ากับ 8.0 เซนติเมตร ระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองจะเกิดจุดบัพกี่จุด

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

$S_2P - S_1P$  มีค่ามากที่สุด  $= 8.0 \text{ cm}$

$$8 = (n - \frac{1}{2})4, \quad n = 2.5 \text{ cm}$$

แต่  $n$  ต้องเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น นั่นคือ  $n = 2$

$$\therefore \text{จะเกิดจุดบัพทั้งหมด} = 2 + 2 = 4 \text{ จุด} \quad \text{ตอบ}$$

**ตัวอย่าง 2** แหล่งกำเนิดอาพาพน์ให้เฟสตรงกันอยู่ห่างกัน 10 cm เกิดแนวปฎิบัพได้ 3 แนว จงหา ความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดทั้งสอง

วิธีทำ การเกิดแนวปฎิบัพได้ 3 แนว แสดงว่าเกิด  $n = 1$

$$N = \frac{S_1 S_2}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{S_1 S_2}{n} = \frac{10}{1}$$

$$\lambda = 10 \text{ cm}$$

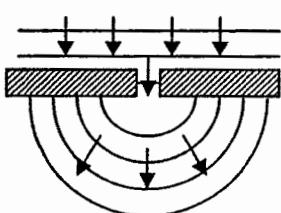
ระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองจะเกิดปฎิบัพได้ 3 แนวเหมือนกัน ถ้าตรงแหล่งกำเนิด เกือบจะเกิด  $n = 2$  และจะได้  $\lambda = 10/2 = 5 \text{ cm}$

เมื่อ  $\lambda = 5 \text{ cm}$  จะเกิดปฎิบัพได้ทั้งหมด 5 แนว ดังนั้น  $\lambda$  ต้องมากกว่า 5 cm และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 cm

แสดงว่า แหล่งกำเนิดทั้งสองมีความยาวคลื่น  $5 \text{ cm} < \lambda \leq 10 \text{ cm}$  ตอบ

### การเลี้ยวเบนของคลื่น

เมื่อสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นบางส่วน จะพบว่ามี คลื่นส่วนหนึ่งแพร่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังของสิ่งกีด ขวางดังรูป 1 การที่มีคลื่นปรากฏอยู่ทางด้านหลังของแผ่นกั้นคลื่นใน บริเวณนอกทิศทางเดิมของคลื่นเช่นนี้ เรียกว่า การเลี้ยวเบนของ คลื่น

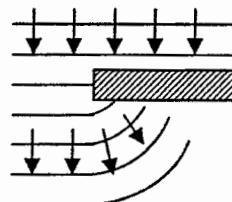


รูป 2 แสดงการ  
เลี้ยวเบน

เมื่อคลื่นผ่านสิ่งกีดขวาง ซึ่งมี

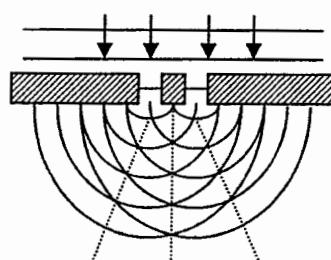
ช่องเปิดแคบๆ ที่เรียกว่า สลิต การเลี้ยวเบนจะเกิดมาก ถ้าสลิตมีความ กว้างเท่ากับ หรือน้อยกว่าความยาวคลื่น จะแพร่ออกจากการสูญเสียเป็น แหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมดังรูป 2

ถ้าสิ่งกีดขวางมีสลิตสอง ช่องโดยแต่ละช่องของสลิตแคบมาก ผลิตทั้งสองจะเป็นเหมือนแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม จึงเกิดการ แทรกสอดของคลื่น ที่เกิดจากสลิตทั้งสองนับได้ว่าเป็นการ แทรกสอดที่เกิดจากการเลี้ยวเบนดังรูป 3



รูป 1 การเลี้ยวเบน

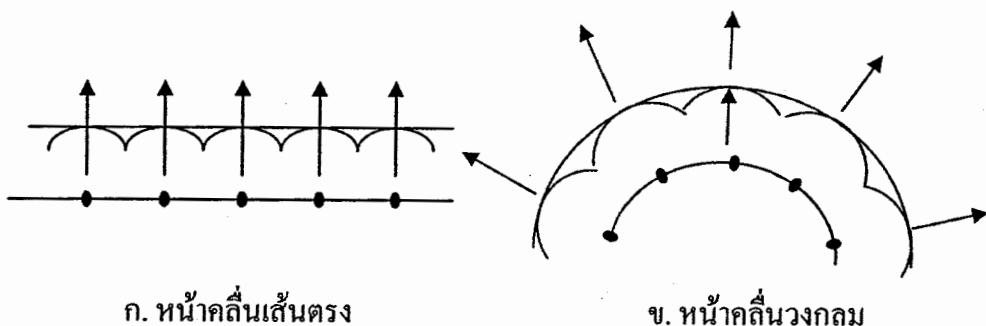
ของคลื่นผิวน้ำ



รูป 3 การแทรกสอดของคลื่น  
จากการเลี้ยวเบนผ่านสลิตสอง

จากการที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสติติเคนฯ แล้วแพร่ออกเป็นคลื่นวงกลม จึงถูเสนอว่าเป็นคลื่นที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม ปรากฏการณ์สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักการของชอยเกนส์ ซึ่งกล่าวว่า “แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถอธิบายได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของคลื่นใหม่ที่ให้กำเนิดคลื่น ซึ่งเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทุกทาง ด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น”

หลักการของชอยเกนส์ สรุปได้ว่า ทุกๆ จุดบนหน้าคลื่น ถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ซึ่งทำให้เกิดคลื่นวงกลมที่มีเฟสเดียวกัน เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเดิม ดังรูป 4 ก. แสดงหน้าคลื่นเด่นตรง และ รูป 4 ข. แสดงหน้าคลื่นวงกลม



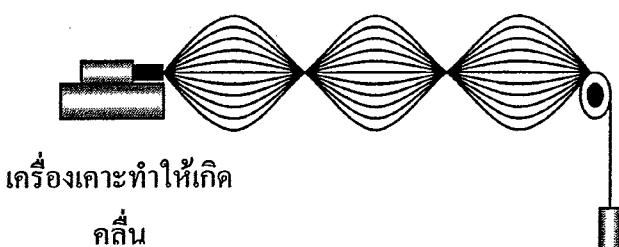
รูป 4 แสดงการที่หน้าคลื่นซึ่งเกิดจากคลื่นวงกลมเดิม ๆ ทำให้เกิดหน้าคลื่นใหม่ขึ้นนกับหน้าคลื่น

จากการศึกษาเรื่องคลื่น จะเห็นว่าคลื่นมีสมบัติสำคัญ ได้แก่ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และการเลี้ยวเบนของคลื่น คลื่นอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากคลื่นผิวน้ำที่กล่าวไว้นั้นจะมีสมบัติเช่นเดียวกัน

|                                                                        |             |                                                              |
|------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|
| รายวิชา พลิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม 3<br>รหัสวิชา ว 42101 ระดับชั้น ม. 5 | ในความรู้ 1 | ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 3<br>ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 |
| เรื่อง คลื่นนิ่ง                                                       |             |                                                              |

### คลื่นนิ่ง

คลื่นนิ่งในเส้นเชือกเกิดจากคลื่นตកกระทบแรกสุดกับคลื่นสะท้อนได้ตำแหน่งที่คลื่นสั่นขึ้ลงมากที่สุด เรียกว่า ปฎิบัพ ( Antinode , A ) และคลื่นสั่นน้อยที่สุด หรือไม่สั่นเลยเรียกตำแหน่งนั้นว่า บพ ( Node , N ) ดังรูป 1.



รูป 1 คลื่นนิ่งในเส้นเชือก

รูปร่างของคลื่นจากบพหนึ่งถึงบพที่ติดกันเรียกว่าเป็น 1 Loop จากรูป 1 คลื่นนิ่งที่เกิดขึ้นนี้

$$3 \text{ Loops } \text{ ความยาว } 1 \text{ Loop } \text{ ของคลื่นนิ่ง } = \frac{\lambda}{2}$$

ถ้าให้  $L$  เป็นความยาวของเชือกที่ทำให้เกิดคลื่นนิ่ง

$$\text{เมื่อทำให้เกิดคลื่นนิ่ง } 1 \text{ Loop } \quad \text{ จะได้ } L = \frac{\lambda}{2}$$

$$1 \text{ Loop} ; \quad \lambda = 2L = \frac{2L}{1} \quad \Rightarrow$$

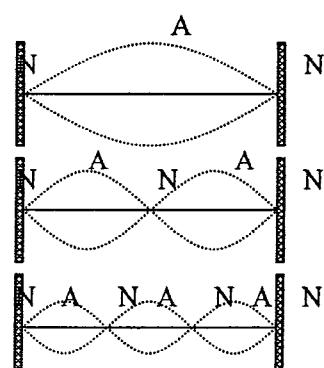
$$2 \text{ Loop} ; \quad \lambda = \frac{2L}{2} \quad \Rightarrow$$

$$3 \text{ Loop} ; \quad \lambda = \frac{2L}{3} \quad \Rightarrow$$

$$n \text{ Loop} ; \quad \lambda = \frac{2L}{n} \quad \Rightarrow$$

จำนวนบพบนคลื่นนิ่งจะเท่ากับ จำนวน Loop + 1

จำนวนปฎิบัพบนคลื่นนิ่งจะเท่ากับ จำนวน Loop



รูป 2 คลื่นนิ่งในเส้นเชือก

จำนวน Loop ต่างๆ กัน

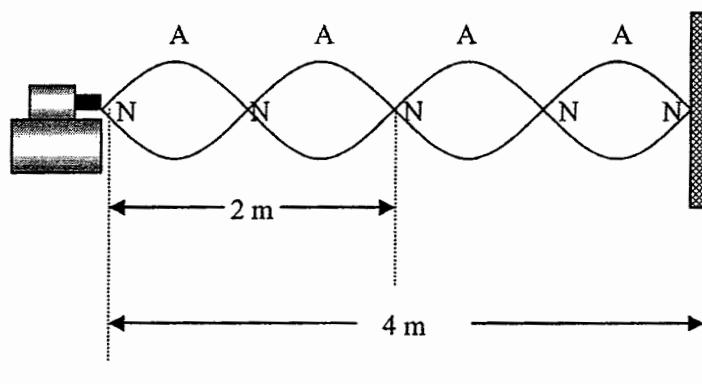
ตัวอย่าง คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที สั้นด้วยความถี่ 5 เฮิรตซ์ ถ้าระบบกำแพงแล้วจะหักลงกันจะเกิด Loop กี่ Loop และ มีจำนวนปฐบันและจำนวนบันเพ่าได สมมุติกำแพงอยู่ห่างจากเครื่องสั่น 4 เมตร

$$\text{วิธีทำ จากสมการ } v = f\lambda, \quad 10 = 5 \times \lambda$$

$$\lambda = 2 \text{ m}$$

| จำนวน Loop     | n Loop                                          | จะได้     |
|----------------|-------------------------------------------------|-----------|
| $n =$          | $\frac{2L}{\lambda} = \frac{2 \times 4}{2} = 4$ | Loop      |
| จำนวนปฐบัน (A) | = จำนวน Loop                                    | = 4 ปฐบัน |
| จำนวนบัน (N)   | = จำนวน Loop + 1                                | = 5 บัน   |

แสดงให้เห็นได้ดังภาพ



ภาพสื่อมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกล



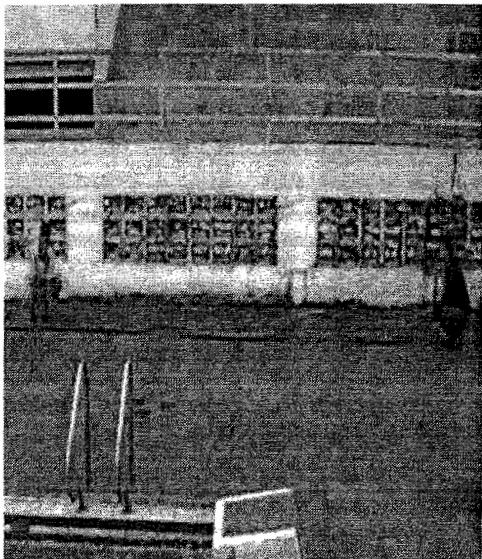
ภาพยนตร์ตัดต่อเรื่องสีนามิ



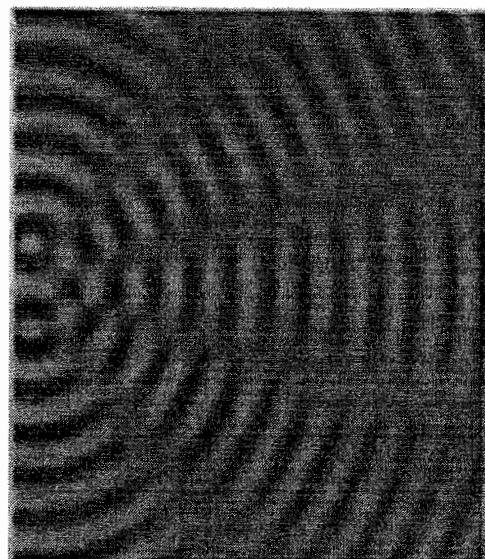
ภาพยนตร์ตัดต่อ คลื่นสีนามิบักษ์

ภาพที่ ข-1 ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียคลื่นสีนามิ

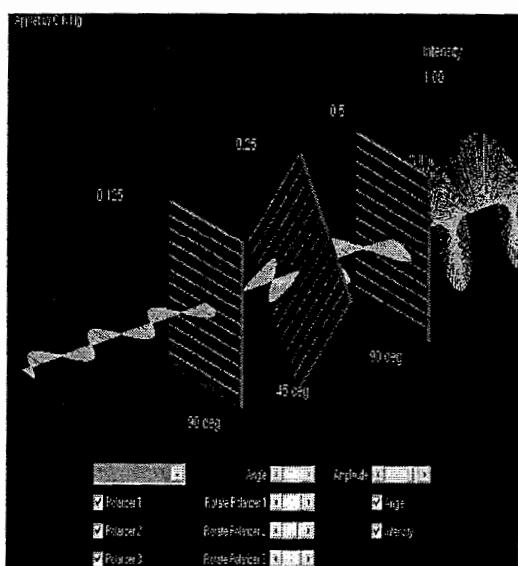
### ภาพสื่อมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกอล (ต่อ)



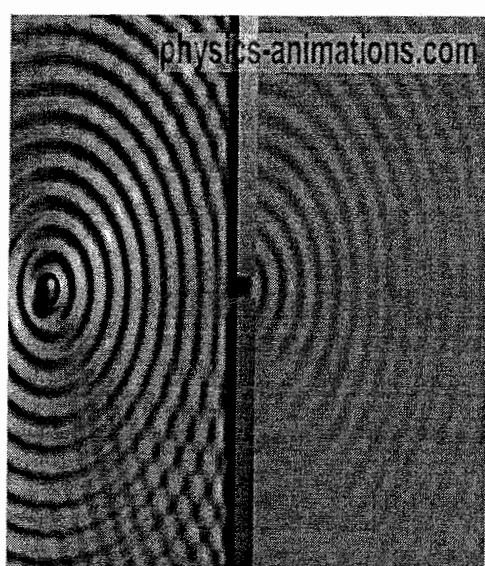
คลื่นในเดือนเชือก



การแทรกสอดของคลื่น



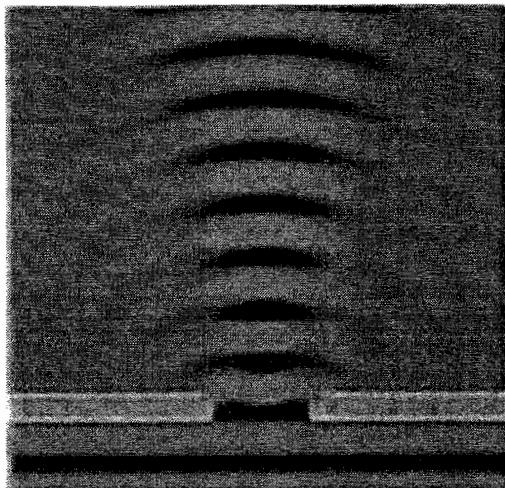
โพราไรเซชันของคลื่น



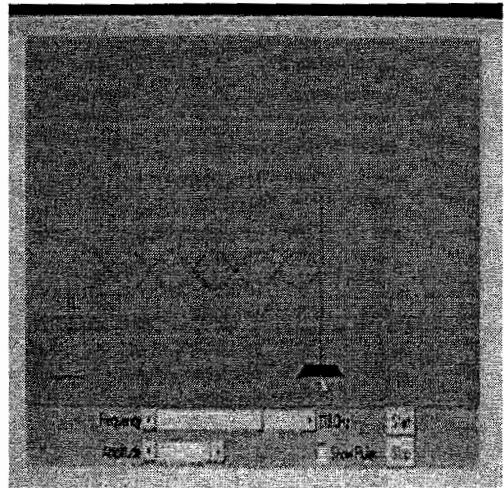
คลื่นผ่านช่องแคบเดียว

ภาพที่ ข-2 ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียที่แสดงคุณสมบัติคลื่นกอลเรื่องคลื่น ในเดือนเชือก  
การแทรกสอด การโพราไรเซชันของคลื่น

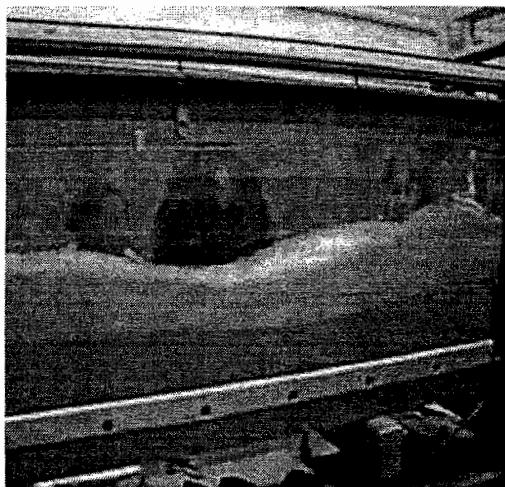
**ภาพสื่อมัลติมีเดียเรื่องคลื่นกล(ต่อ)**



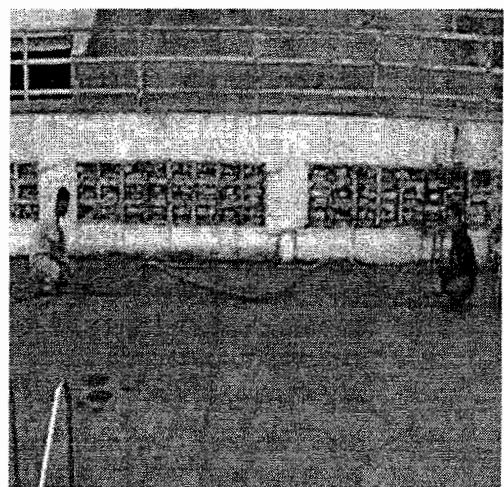
การเลี้ยวเบนของคลื่น



คลื่นนิ่งในเส้นเชือก



ตาดคลื่นน้ำขักษ์



การรวมคลื่นในเส้นเชือก

**ภาพที่ ข-3** ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียที่แสดงคุณสมบัติคลื่นกลเรื่องการเลี้ยวเบน คลื่นนิ่งในเส้น  
ตาดคลื่นน้ำขักษ์ การรวมคลื่นในเส้นเชือก

ภาคผนวก ค  
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกล

## แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกอ

คำสั่ง จงเลือกภาษาบท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. คลื่นที่เกิดจากการสะบัดเส้นเชือก เป็นคลื่นชนิดใด

1) คลื่นกอ

2) คลื่นตามยาว

3) คลื่นตามยาว

ข้อความใดถูกต้อง

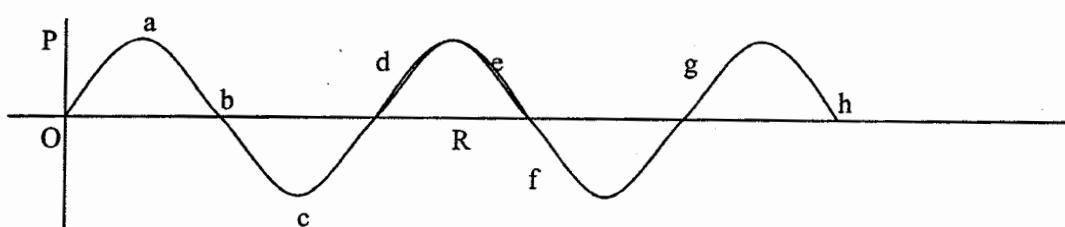
ก. ข้อ 1, 2 และ 3

ข. ข้อ 1, 3

ค. ข้อ 2, 3

ง. ข้อ 1, 2

จากกราฟต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 2 - 3



2. ตำแหน่งใดบนคลื่นที่มีเฟสตรงกัน

ก. a, c

ข. d, g

ค. b, f

ง. d, f

3. ในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ได้เป็นระยะ OR อนุภาคบนคลื่นเคลื่อนที่ได้เป็นระยะเท่าใด

ก. OP

ข. 3 OP

ค. 5 OP

ง. 7 OP

4. ข้อใดต่อไปนี้ไม่เป็นจริงสำหรับคลื่น

ก. คลื่นส่างผ่านพลังงาน

ข. คลื่นเคลื่อนที่ตั้งฉากกับพิเศษทางการสั่นของอนุภาคตัวกลางเท่านั้น

ค. คลื่นเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิด

ง. แหล่งกำเนิดของคลื่นให้พลังงานมากแรมพิจุดของของคลื่นจะมาก

5. คลื่นชนิดหนึ่งเกิดจาก การสั่น 9,000 รอบต่อนาที คลื่นนี้มีความถี่เท่าไร

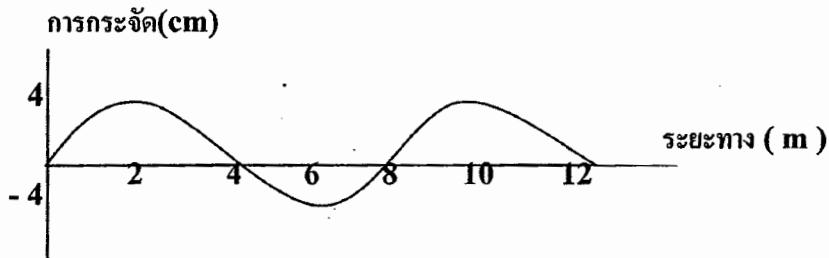
ก. 50 Hz

ข. 100 Hz

ค. 150 Hz

ง. 300 Hz

จากรูปคลื่นต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6-8



6. ความยาวคลื่นของคลื่นบนนี้

ก. 16 เมตร

ข. 12 เมตร

ค. 8 เมตร

ง. 4 เมตร

7. แอมพิจุคของคลื่นบนนี้

ก. 4 cm

ข. 8 cm

ค. 12 cm

ง. 16 cm

8. ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 280 m/s จงหาความถี่ของคลื่น

ก. 20 Hz

ข. 25 Hz

ค. 30 Hz

ง. 35 Hz

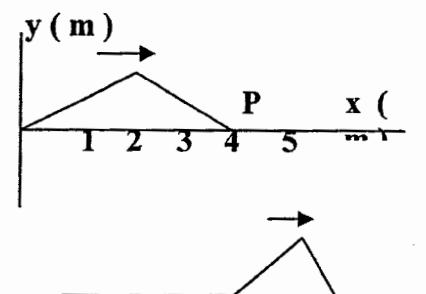
9. คลื่นกรูปสามเหลี่ยมเคลื่อนที่ไปทางขวาดังรูป พบว่าอนุภาคตัวกลาง P จะเคลื่อนที่ได้สูงสุดครั้งแรกในเวลา 0.04 วินาที ความเร็วของคลื่นกลนี้คือ

ก. 50 m/s

ข. 40 m/s

ค. 30 m/s

ง. 20 m/s



10. รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทางขวา

คลื่นในข้อใดต่อไปนี้ที่สามารถหักด้านคลื่นนี้ ในขณะใดขณะหนึ่ง ได้หมดพอดี

ก.



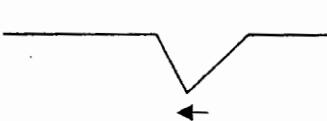
ข.



ค.



ง.

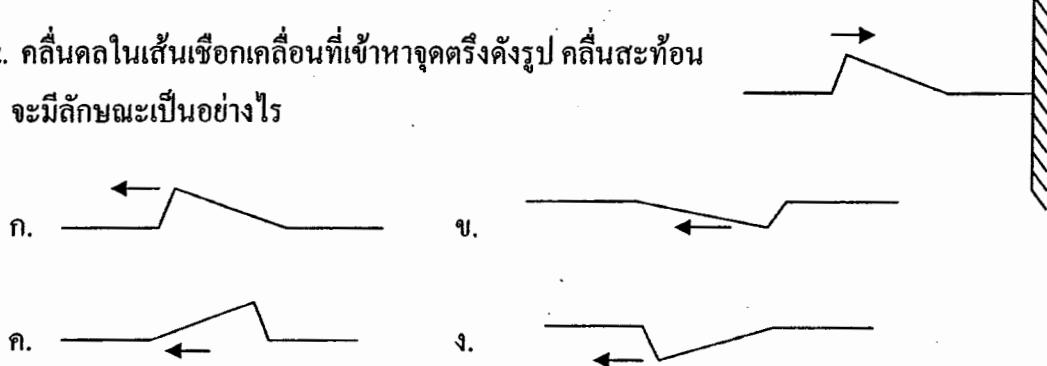


### แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกล(ต่อ)

**11. ข้อใดมีใช้คำอธิบายการสะท้อนของคลื่น**

- ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกลงบน
- ข. คลื่นตกลงบน, คลื่นสะท้อน อยู่ในตัวกลางเดียวกัน
- ค. รังสีตกลงบน, เส้นแนวฉาก, รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน
- ง. รังสีสะท้อนทำมุม  $90^\circ$  กับรังสีตกลงบน

**12. คลื่นคลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่เข้าหาจุดตรงดังรูป คลื่นสะท้อนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร**

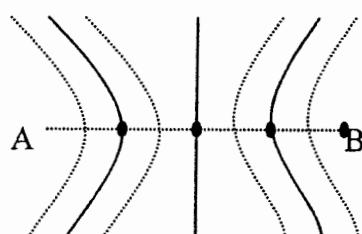


**13. P และ Q เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ให้เฟสตรงกันข้าม ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง**

- |                                        |                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------|
| ก. มีเฟสตรงกันและเป็นจุดบัพ            | ข. มีเฟสตรงกันและเป็นจุดปฏิกิริบัพ |
| ค. มีเฟสตรงกันข้ามและเป็นจุดปฏิกิริบัพ | ง. มีเฟสตรงกันข้ามและเป็นจุดบัพ    |

**14. จากการทดลองในตารางคลื่น A และ B เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ให้เฟสตรงกันเกิดการแทรกสอดดังรูป เส้นทึบเป็นแนวเสริมกันและเส้นประเป็นแนวหักล้างความยาวคลื่นจะมีค่า**

ก.  $\frac{AB}{8}$    ข.  $\frac{AB}{6}$    ค.  $\frac{AB}{4}$    ง.  $\frac{AB}{2}$



แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกล(ต่อ)

15.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดที่มีความยาวคลื่น  $2\text{ cm}$  ให้ความถี่เดียวกันเพストรั่งกันอยู่ห่างกัน  $6\text{ cm}$  จงหาจำนวนบพระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$

ก. 4

ข. 6

ค. 8

ง. 10

16. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วทำให้เกิดการหักเห ปริมาณใดบ้าง ที่ไม่เปลี่ยนแปลง

ก. ความถี่

ข. อัตราเร็ว

ค. ความยาวคลื่น

ง. แอมปลิจูด

17. สมบัติข้อใดบ้างที่คลื่นและอนุภาคแสดงได้ เช่นเดียวกัน

1) การเดี่ยวบน

2) การแทรกสอด

3) การหักเห

4) การสะท้อน

ก. ข้อ 1), 3)

ข. ข้อ 2), 4)

ค. ข้อ 1), 2)

ง. ข้อ 3), 4)

18. เมื่อคลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านผิวอยู่ต่อของน้ำดื่นกับน้ำลึก ข้อใดกล่าวผิด

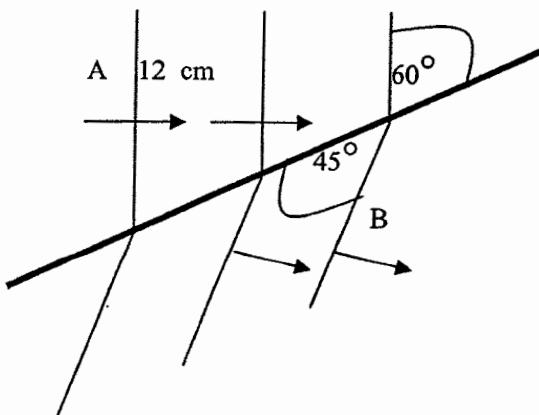
ก. อัตราส่วนค่า  $\sin \theta$  ของมนุษย์ที่  $\sin \theta$  ของมนุษย์เหมือนกันที่เสมอ

ข. ความเร็วคลื่นในน้ำลึกมากกว่าในน้ำดื่น

ค. ความยาวคลื่นในน้ำลึกน้อยกว่าในน้ำดื่น

ง. ความถี่คลื่นมีค่าคงเดิม

19. คลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความลึกต่างกัน เกิดปรากฏการณ์ดังรูป ในบริเวณ A หน้าคลื่นอยู่ห่างกัน  $12\text{ cm}$  ในบริเวณ B คลื่น มีความเร็ว  $6\sqrt{2}\text{ cm/s}$  ถ้าด้านกำเนิดคลื่นมาจากบริเวณ A ความถี่ของด้านกำเนิดคลื่นมีค่าเท่าใด



ก.  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

ข.  $\frac{4}{\sqrt{3}}$

ค.  $\frac{12}{\sqrt{3}}$

ง.  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

### แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกัลต(ต่อ)

20. ข้อใด ไม่ใช่ คุณสมบัติของคลื่นนำ

- ก. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดกว้างน้อยกว่า หรือเท่ากับความยาวคลื่นแล้ว คลื่นที่ผ่านช่องเปิดจะเป็นหน้าคลื่นวงกลม
- ข. ถ้าจุดกำเนิดคลื่นอยู่ที่จุดไฟกัสดของผิวสะท้อนรูปพาราโบลาแล้วคลื่นสะท้อนจากผิวพาราโบลาจะเป็นคลื่นหน้าตรง
- ค. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากเบต้าด้านสู่เบต้าด้านลึกความยาวคลื่นและอัตราเร็วจะลดลง
- ง. เมื่อทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตั้งฉากกับผิวอยู่ต่อระหว่างตัวกลางที่มีสมบัติต่างกัน ทิศทางการเคลื่อนที่จะคงเดิม แต่ความยาวคลื่นและอัตราเร็วเปลี่ยน สำรวจตรวจสอบ ยก代理 และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคลื่นนั้นๆ และการสั่นพ้องได้

21. ระยะห่างระหว่างจุดบวกของคลื่นนั้นที่น้อยที่สุดเป็นเท่าใด

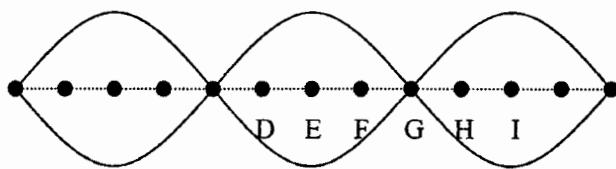
- ก.  $\frac{\lambda}{4}$
- ข.  $\frac{\lambda}{2}$
- ค.  $\frac{3\lambda}{4}$
- ง.  $\lambda$

22. คลื่นสองขบวนมีความถี่เท่ากัน  $10 \text{ Hz}$  เคลื่อนที่สวนกัน จะเกิดคลื่นนั้นมีความถี่เท่าใด

- ก.  $2.5 \text{ Hz}$
- ข.  $5 \text{ Hz}$
- ค.  $7.5 \text{ Hz}$
- ง.  $10 \text{ Hz}$

พิจารณาโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 23 – 5

คลื่นสองขบวนความถี่เท่ากันและแอนพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่สวนกัน ณ เวลาหนึ่งคลื่นทั้งสองอยู่ดังรูป



23. ตำแหน่งที่อนุภาคของตัวกลางไม่มีการสั่น คือ

- ก. C, G
- ข. A, E, I
- ค. B, F
- ง. D, H

**แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกล(ต่อ)**

24. อนุภาคของตัวกลองที่มีการสั่นมากที่สุด คือ

- ก. C , G                  ข. A , E , I                  ค. B , F                  ง. D , H

25. ความยาวคลื่นคือระยะใด

- ก. AC                  ข. AE                  ค. AG                  ง. AI

26. คลื่นนี้ในเส้นเชือกมีระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ 10 cm ถ้าคลื่นมีความเร็ว 200 m/s จงหาความถี่ของคลื่น

- ก. 500 Hz                  ข. 400 Hz                  ค. 300 Hz                  ง. 200 Hz

27. ลูกปิงปองเส้นหนึ้งยาว 2 เมตร ถ้าทำให้เกิดคลื่นที่มีความยาวคลื่น 0.4 เมตร จงหาจำนวนปืนบัดทั้งหมด

- ก. 5                  ข. 7                  ค. 10                  ง. 12

28. เมื่อคิดสายกีตาร์เส้นหนึ่งพบว่า มีอยู่ 2 จุดระหว่างปลายทั้งสองของสายกีตาร์ไม่มีการสั่นเลย ถ้าสายกีตาร์ยาว 60 cm จงหาความยาวคลื่นของคลื่นสายกีตาร์นี้

- ก. 20 cm                  ข. 40 cm                  ค. 60 cm ง. 120 cm

29. เชือกเส้นหนึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตึงแน่น ปลายอีกข้างหนึ่งติดกับตัวสั่นสะเทือน สั่นด้วยความถี่ 30 เฮิรตซ์ ปรากฏว่าเกิดคลื่นนั่งพอดี 3 Loop ถ้าใช้เชือกยาว 1.5 เมตร จงหาอัตราเร็วคลื่นในเส้นเชือก

- ก. 15 m/s                  ข. 30 m/s                  ค. 45 m/s ง. 60 m/s

30. คลื่นนี้ในเส้นเชือกมีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที สั่นด้วยความถี่ 4 เฮิรตซ์ ถ้ากระแทกกำแพงแล้วสะท้อนกลับจะเกิด Loop กับ Loop และ มีจำนวนปืนบัดและจำนวนบัดเท่าใดตามลำดับสมมุติกำแพงอยู่ห่างจากเครื่องสั่น 5 เมตร

- ก. 5 , 4 , 4                  ข. 4 , 5 , 4                  ค. 4 , 4 , 5                  ง. 4 , 5 , 6



ภาคผนวก ง  
เฉลยคำตอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นกล

**เฉลยคำตอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องคลื่นก๊าซ**

| ข้อ | เฉลย | ข้อ | เฉลย |
|-----|------|-----|------|
| 1   | ข    | 16  | ก    |
| 2   | ข    | 17  | ง    |
| 3   | ค    | 18  | ค    |
| 4   | ข    | 19  | ก    |
| 5   | ค    | 20  | ค    |
| 6   | ค    | 21  | ข    |
| 7   | ก    | 22  | ง    |
| 8   | ง    | 23  | ก    |
| 9   | ก    | 24  | ข    |
| 10  | ง    | 25  | ง    |
| 11  | ง    | 26  | ก    |
| 12  | ข    | 27  | ค    |
| 13  | ง    | 28  | ง    |
| 14  | ค    | 29  | ข    |
| 15  | ข    | 30  | ค    |

**ภาคผนวก จ**  
**คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน**

ตารางที่ จ-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากสื่อมัลติมีเดียกลุ่มก ค่อนเรียน และหลังเรียน

| คนที่ | ผลทดสอบก่อนเรียน |        | ผลทดสอบหลังเรียน |        | ความก้าวหน้า |        |
|-------|------------------|--------|------------------|--------|--------------|--------|
|       | คะแนน            | ร้อยละ | คะแนน            | ร้อยละ | คะแนน        | ร้อยละ |
| 1     | 7                | 23.33  | 21               | 70.00  | 14           | 66.66  |
| 2     | 8                | 26.67  | 21               | 70.00  | 13           | 43.33  |
| 3     | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 4     | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 5     | 15               | 50.00  | 21               | 70.00  | 6            | 20.00  |
| 6     | 6                | 20.00  | 22               | 73.00  | 16           | 53.33  |
| 7     | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 8     | 8                | 26.67  | 24               | 80.00  | 16           | 53.33  |
| 9     | 15               | 30.00  | 23               | 76.67  | 8            | 26.67  |
| 10    | 15               | 50.00  | 22               | 73.00  | 7            | 23.33  |
| 11    | 9                | 30.00  | 23               | 76.67  | 14           | 46.67  |
| 12    | 11               | 36.67  | 21               | 70.00  | 10           | 33.33  |
| 13    | 13               | 43.33  | 21               | 70.00  | 8            | 26.67  |
| 14    | 12               | 40.00  | 22               | 73.00  | 10           | 33.33  |
| 15    | 10               | 33.33  | 21               | 70.00  | 11           | 36.67  |
| 16    | 6                | 20.00  | 23               | 76.67  | 17           | 56.67  |
| 17    | 7                | 23.33  | 23               | 76.67  | 16           | 53.33  |
| 18    | 10               | 33.33  | 23               | 76.67  | 13           | 43.33  |
| 19    | 8                | 26.67  | 22               | 73.33  | 14           | 46.67  |
| 20    | 10               | 33.33  | 24               | 80.00  | 14           | 46.67  |
| 21    | 11               | 36.67  | 23               | 76.67  | 12           | 40.00  |
| 22    | 11               | 36.67  | 24               | 80.00  | 13           | 43.33  |
| 23    | 6                | 20.00  | 23               | 76.67  | 17           | 56.67  |

ตารางที่ จ-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากสื่อมัลติมีเดียคลิป ก่อนเรียน และหลังเรียน(ต่อ)

| คนที่  | ผลทดสอบก่อนเรียน |         | ผลทดสอบหลังเรียน |         | ความก้าวหน้า |         |
|--------|------------------|---------|------------------|---------|--------------|---------|
|        | คะแนน            | ร้อยละ  | คะแนน            | ร้อยละ  | คะแนน        | ร้อยละ  |
| 24     | 6                | 20.00   | 23               | 76.67   | 17           | 56.67   |
| 25     | 7                | 23.33   | 25               | 83.33   | 17           | 56.67   |
| 26     | 11               | 36.67   | 21               | 70.00   | 10           | 33.33   |
| 27     | 9                | 30.00   | 22               | 73.33   | 13           | 43.33   |
| 28     | 7                | 23.33   | 24               | 80.00   | 17           | 56.67   |
| 29     | 13               | 43.33   | 23               | 76.67   | 10           | 33.33   |
| 30     | 8                | 26.67   | 21               | 70.00   | 13           | 43.33   |
| 31     | 19               | 63.33   | 24               | 80.00   | 5            | 16.67   |
| 32     | 7                | 23.33   | 24               | 80.00   | 17           | 56.67   |
| 33     | 9                | 30.00   | 22               | 73.33   | 13           | 43.33   |
| 34     | 13               | 43.33   | 25               | 83.33   | 2            | 6.67    |
| 35     | 12               | 40.00   | 22               | 73.33   | 10           | 33.33   |
| 36     | 10               | 33.33   | 23               | 76.67   | 13           | 43.33   |
| 37     | 9                | 30.00   | 22               | 73.33   | 13           | 43.33   |
| 38     | 13               | 43.33   | 23               | 76.67   | 10           | 33.33   |
| 39     | 9                | 30.00   | 22               | 73.33   | 13           | 43.33   |
| 40     | 6                | 20.00   | 22               | 73.33   | 16           | 53.33   |
| รวม    | 396              | 1299.97 | 888              | 2840.01 | 491          | 1636.66 |
| เฉลี่ย | 9.9              | 32.50   | 22.45            | 71.00   | 12.28        | 40.92   |

**ภาคผนวก ฉ**  
**แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพิสิกส์**

### แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพิสิกส์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในระดับที่ทำนักศึกษาเหมาะสม

| ข้อที่ | รายการประเมิน                                                              | ร้อยละระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|---|---|
|        |                                                                            | 5                      | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1      | การนำเสนอ มีรูปแบบโดยเด่น น่าสนใจ                                          |                        |   |   |   |   |
| 2      | การใช้สีสันที่เหมาะสม สวยงาม                                               |                        |   |   |   |   |
| 3      | การจัดวาง Layout ช่วยให้อ่านง่ายและสวยงาม                                  |                        |   |   |   |   |
| 4      | ความกลมกลืนของการนำเสนอ ราบรื่นในการอ่าน                                   |                        |   |   |   |   |
| 5      | เนื้อหาถูกต้อง จัดแบ่งตอนได้เหมาะสม                                        |                        |   |   |   |   |
| 6      | มีการนำเสนอทั้งข้อความภาพและเสียงที่เหมาะสม                                |                        |   |   |   |   |
| 7      | เสียงบรรยายฟังชัด ถูกต้อง และควบคุณได้                                     |                        |   |   |   |   |
| 8      | ใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน                                            |                        |   |   |   |   |
| 9      | เลือกสื่อนำเสนอแต่ละหัวข้อได้เหมาะสม ชัดเจน                                |                        |   |   |   |   |
| 10     | เลือกใช้ภาพกราฟิกได้เหมาะสม                                                |                        |   |   |   |   |
| 11     | นำเสนอได้ครบถ้วนทั้งจุดประสงค์ เนื้อหา คำถาน และระบบ โดยรอบ                |                        |   |   |   |   |
| 12     | ระบบโดยรอบ เป็นระบบที่เหมาะสมกับการนำเสนอ                                  |                        |   |   |   |   |
| 13     | มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งเนื้อหา, เทคนิคการพัฒนา และเทคนิคการนำเสนอ |                        |   |   |   |   |
| 14     | มีบุคลากร/ทีมพัฒนา ที่มีความเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์                      |                        |   |   |   |   |
| 15     | เนื้อหา รูปภาพ เสียงและสื่ออื่น ๆ ถูกลิขสิทธิ์                             |                        |   |   |   |   |
| เฉลี่ย |                                                                            |                        |   |   |   |   |