



## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ ชุด 4 การแทรกสอดของคลื่น เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน จัดทำขึ้นเพื่อประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้คิด ได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง นอกจากนั้นยังเน้นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะช่วยส่งเสริม สนับสนุนและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คลื่นกล มีทั้งหมด 6 ชุดดังนี้

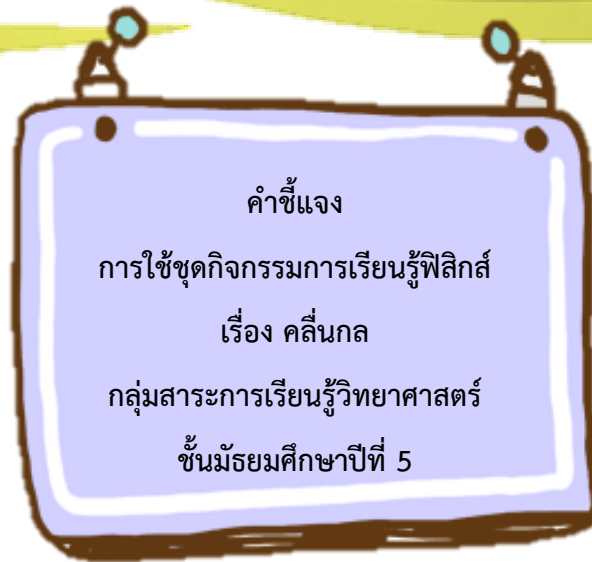
- ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
- ชุดที่ 2 เรื่อง การสะท้อนของคลื่น
- ชุดที่ 3 เรื่อง การหักเหของคลื่น
- ชุดที่ 4 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น
- ชุดที่ 5 เรื่อง การเลี้ยวเบนของคลื่น
- ชุดที่ 6 เรื่อง คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์แต่ละชุดมีแผนการจัดการเรียนรู้เป็นคู่มือในการฝึกทักษะ ซึ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน ผู้จัดทำหวังว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล จะเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้ตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร และเป็นประโยชน์ต่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี


ธิตินันท์ นาจาน

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล	3
คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน	4
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	5
สาระการเรียนรู้	6
แนวคิดหลัก	7
มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้	8
จุดประสงค์การเรียนรู้	9
แบบทดสอบก่อนเรียน : ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น	10-13
ใบความรู้	14-20
ใบกิจกรรมที่ 1 การทดลองการแทรกสอดของคลื่นน้ำ	21-23
ใบกิจกรรมที่ 2 Jigsaw ปะติดปะต่อความรู้กันเถอะ	24
ใบกิจกรรมที่ 3 ระดมสมอง ประลองความคิด	25
ใบงาน	26
แบบฝึกหัด	27-37
แบบทดสอบหลังเรียน : ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น	38-41
แบบบันทึกคะแนนการทำกิจกรรม	42-43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	
เฉลยแบบทดสอบและแนวคำตอบการทำกิจกรรม	45-59
ประวัติผู้จัดทำ	60



1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ชุดดังนี้
  - 1.1 ชุดที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
  - 1.2 ชุดที่ 2 การสะท้อนของคลื่น
  - 1.3 ชุดที่ 3 การหักเหของคลื่น
  - 1.4 ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น
  - 1.5 ชุดที่ 5 การเลี้ยวเบนของคลื่น
  - 1.6 ชุดที่ 6 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง
2. ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล แต่ละชุดประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ตามลำดับดังนี้
  - 2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
  - 2.2 คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน
  - 2.3 คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
  - 2.4 สารการเรียนรู้
  - 2.5 แนวคิดหลัก
  - 2.6 มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้
  - 2.7 จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 2.8 แบบทดสอบก่อนเรียน
  - 2.9 ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน แบบฝึกหัด
  - 2.10 แบบทดสอบหลังเรียน
  - 2.11 บรรณานุกรม
  - 2.12 ภาคผนวก



คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ คือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 4 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล
2. ครูควรใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดนี้ร่วมกับ คู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้ กำหนดแนวทาง รวมทั้งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รายชั่วโมงไว้อย่างมีลำดับขั้นตอน
3. ครูควรศึกษาคำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนจัดกิจกรรม
4. ครูต้องชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจทุกคน ก่อนดำเนินกิจกรรมต่างๆ
5. การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
6. ครูควรแนะนำเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งในและนอกเวลาเรียนจะทำให้ผู้เรียนมีทักษะและความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ชุดกิจกรรมที่ 4

การแทรกสอดของคลื่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

การแทรกสอดของคลื่น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	เอกสารจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ชุดที่ 4
E1 (Engagement)	ทดสอบก่อนเรียน การสาธิต	แบบทดสอบก่อนเรียน หน้า 10-13 -
E2 (Exploration)	การทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 1 หน้า 21-23
E3 (Explanation)	นำเสนอผลการทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 1 หน้า 21-23
E4 (Elaboration)	เรียนรู้ตัวอย่างการคำนวณ JIGSAW	ใบงานและแบบฝึกหัด หน้า 26-37 ใบกิจกรรมที่ 2 หน้า 24
E5 (Evaluation)	BRAIN STORMING ทดสอบหลังเรียน	ใบกิจกรรมที่ 3 หน้า 25 แบบทดสอบหลังเรียน หน้า 38-41



1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ เป็นชุดกิจกรรม การเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น มีเนื้อหา และกิจกรรมเกี่ยวกับเรื่องของคลื่นกลอย่างง่าย
2. ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม
  - 2.1 ศึกษามาตรฐาน / ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
  - 2.2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ
  - 2.3 ศึกษาใบความรู้และปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมตามลำดับ
  - 2.4 ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
3. นักเรียนศึกษาโดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ
4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนรู้ การปฏิบัติงานกลุ่ม การแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่
5. นักเรียนใช้และเก็บรักษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ด้วยความระมัดระวัง ไม่ทำสูญหาย เสียหายในระหว่างการเรียนรู้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น กลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีสาระการเรียนรู้ ดังนี้

ใบความรู้

ใบกิจกรรมที่ 1 การทดลองการแทรกสอดของคลื่นน้ำ

ใบกิจกรรมที่ 2 Jigsaw ปะติดปะต่อความรู้กันเถอะ

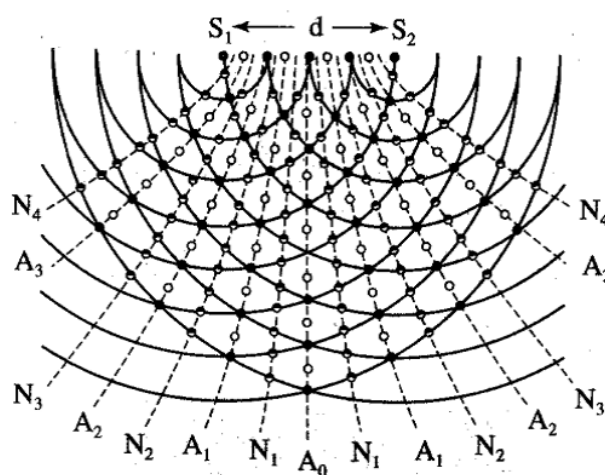
ใบกิจกรรมที่ 3 ระดมสมอง ประลองความคิด

ใบงาน

แบบฝึกหัด

## แนวคิดหลัก

การแทรกสอดของคลื่น (interference) เกิดขึ้นจากการที่คลื่นจากแหล่งกำเนิดตั้งแต่ 2 แหล่งกำเนิดที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน (แหล่งกำเนิดอาพันธ์) เดินทางมาพบกัน จะเกิดการแทรกสอด หรือเกิดการรวมกันของคลื่น โดยรวมกันแบบเสริม หรือแบบหักล้างกัน



ภาพที่ 1 การรวมกันของคลื่นแบบหักล้างและแบบเสริมกัน

ที่มา <http://physicmechanicalwaves.blogspot.com/2015/09/blog-post.html>

1. การแทรกสอดแบบเสริมกัน เกิดจากสันคลื่นของคลื่นทั้งสองมารวมกันคลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้น จะมีสันคลื่นสูงกว่าเดิม และมีท้องคลื่นลึกกว่าเดิม และจะเรียกตำแหน่งนั้นว่า ปฏิบัพ (Antinode)
2. การแทรกสอดแบบหักล้าง เกิดจากสันคลื่นจากแหล่งกำเนิดหนึ่งมารวมกับท้องคลื่นของ อีกแหล่งกำเนิดหนึ่งคลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสันคลื่นต่ำกว่าเดิม และท้องคลื่นตื้นกว่าเดิมและเรียกตำแหน่งนั้นว่า บัพ (Node)

### สรุปการคำนวณแทรกสอด

$$S_1P - S_2P = \begin{cases} n\lambda & n=0,1,2,3,\dots \text{ (เสริม)} \\ (n-\frac{1}{2})\lambda & n=1,2,3,\dots \text{ (หักล้าง)} \end{cases}$$

## มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

2. อธิบายสมบัติของคลื่น ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน



## จุดประสงค์การเรียนรู้

## ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถ...

1. อธิบายปรากฏการณ์การซ้อนทับและหลักการซ้อนทับของคลื่น และสรุปความหมายการแทรกสอดของคลื่นได้
2. ทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับสมบัติการแทรกสอดของคลื่นได้
3. อธิบายและบอกลักษณะของคลื่นรวมที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นได้
4. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการแทรกสอดของคลื่น เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้

## ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนมีทักษะ...

1. การทดลอง
2. การลงความเห็นจากข้อมูล
3. การตีความและลงข้อสรุป
4. การคำนวณ

## ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นักเรียน...

1. เข้าเรียน ปฏิบัติกิจกรรม และส่งงานตรงเวลา
2. ร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ยอมรับความคิดเห็น และแสดงความคิดเห็น อย่างมีเหตุผล
3. มีความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูลจากการปฏิบัติกิจกรรม ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
4. มีวินัยในการปฏิบัติกิจกรรม รักษาความสะอาดห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

## แบบทดสอบก่อนเรียน

## คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 10 นาที
3. ให้ทำเครื่องหมายกากบาทลงช่อง ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

## 1. จงพิจารณาข้อความที่เกี่ยวกับการซ้อนทับกันของคลื่น ดังต่อไปนี้

1. การกระจัดของคลื่นรวมจะเท่ากับผลบวกการกระจัดของคลื่นย่อยที่มาซ้อนทับกัน
2. คลื่นจะเปลี่ยนรูปร่างขณะซ้อนทับกัน และจะมีรูปร่างคงเดิมเมื่อแยกตัวออกจากกัน
3. พลังงานงานของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกพลังงานของคลื่นย่อยที่มาซ้อนทับกัน

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ก. ข้อ 1 เท่านั้น | ข. ข้อ 2 เท่านั้น  |
| ค. ข้อ 1 และ 2    | ง. ข้อ 1 , 2 และ 3 |

## 2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการซ้อนทับกันของคลื่นแบบเสริม

- ก. ความยาวคลื่นของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกของความยาวคลื่นของแต่ละคลื่นที่มาพบกัน
- ข. ขนาดการกระจัดของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกขนาดการกระจัดของคลื่นที่มาพบกัน
- ค. อัตราเร็วของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกอัตราเร็วของคลื่นที่มาพบกัน
- ง. ข้อ 1 และ 2

## 3. ถ้าคลื่นซ้อนทับกันในลักษณะที่สันคลื่นของคลื่นหนึ่งพบกับท้องคลื่นของอีกคลื่นหนึ่ง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. การกระจัดของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกการกระจัดของคลื่นที่มาพบกัน
- ข. แอมพลิจูดของคลื่นรวมเท่ากับผลต่างของแอมพลิจูดของคลื่นที่มาพบกัน
- ค. ความถี่ของคลื่นรวมเท่ากับผลต่าง”ความถี่ของคลื่นที่มาพบกัน

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| ก. เฉพาะข้อ ก | ข. ข้อ ก และ ข    |
| ค. เฉพาะข้อ ค | ง. ข้อ ก ,ข และ ค |

4. เมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกัน ข้อใดเป็นจริงเสมอทุกกรณี

- ก. การกระจัดของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกการกระจัดของคลื่นที่มาพบกัน
- ข. แอมพลิจูดรวมเท่ากับผลบวกแอมพลิจูดของคลื่นที่มาพบกัน
- ค. พลังงานคลื่นรวมเท่ากับผลบวกพลังงานของคลื่นที่มาพบกัน
- ง. อัตราเร็วคลื่นรวมเท่ากับผลบวกอัตราเร็วคลื่นที่มาพบกัน

5. ข้อใดหมายถึงแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์

- ก. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน มีเฟสตรงกัน
- ข. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน มีเฟสตรงข้ามกัน
- ค. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ไม่เท่ากัน มีเฟสตรงกัน
- ง. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ไม่เท่ากัน มีเฟสตรงข้ามกัน

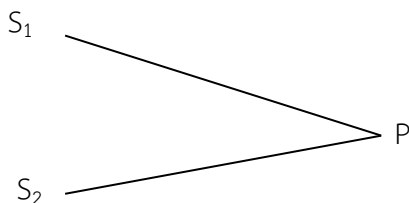
6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. อัตราเร็วของคลื่นที่มาพบกันมีค่าเท่ากัน
- ข. ความยาวคลื่นที่มาพบกันมีค่าเท่ากัน
- ค. ผลต่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเท่ากับ  $n\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$
- ง. แอมพลิจูดของคลื่นรวมเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นที่มาพบกัน

ข้อใดสรุปได้ถูกต้องเกี่ยวกับการแทรกสอดแบบเสริม

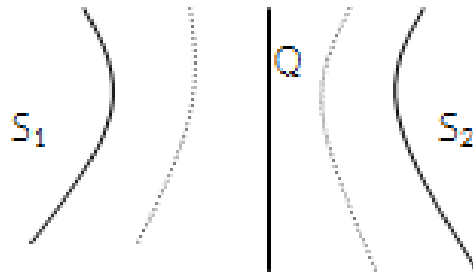
- ก. ข้อ ก. และ ข
- ข. ข้อ ค และ ง
- ค. ข้อ ข , ค และ ง
- ง. ข้อ ก, ข, ค และ ง

7. ถ้า  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นจุดกำเนิดคลื่นผิวน้ำที่มีความถี่ และเฟสเดียวกัน (เฟสตรงกัน) ที่จุด P จะเป็นจุดที่คลื่นเสริมกัน เมื่อผลต่างของระยะ  $S_1P$  และ  $S_2P$  เป็นเท่าใด (ให้  $\lambda$  เป็นความยาวคลื่น)



- ก.  $n\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$
- ข.  $(n + \frac{1}{2})\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$
- ค.  $(n - \frac{1}{2})\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$
- ง. ข้อ 2 และ 3

8. จากรูปที่กำหนดให้



ระยะ  $S_1Q$  กับ  $S_2Q$  ต่างกันเท่าใด

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. 1 เท่าของความยาวคลื่น             | 2. 2 เท่าของความยาวคลื่น             |
| 3. $\frac{1}{2}$ เท่าของความยาวคลื่น | 4. $\frac{1}{4}$ เท่าของความยาวคลื่น |

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. การแทรกสอดของคลื่นเกิดขึ้นสังเกตได้เมื่อมีคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกัน
- ข. การแทรกสอดที่ตำแหน่งการกระจัดมากที่สุดเรียกว่า ปฏิบัพ
- ค. การแทรกสอดเมื่อสันคลื่นพบท้องคลื่นเป็นการแทรกสอดแบบหักล้าง
- ง. แนวมืด - สว่าง ในการแทรกสอดแทนแนวบัพ - ปฏิบัพ ตามลำดับ

10. การแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่ง ถ้าต้องการให้เกิดลวดลายการแทรกสอดที่คงที่ตลอดเวลาแหล่งกำเนิดทั้งสองต้อง

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 1. มีความถี่เท่ากัน      |                    |
| 2. มีแอมพลิจูดเท่ากัน    |                    |
| 3. มีเฟสต่างกันคงที่     |                    |
| 4. มีความยาวคลื่นเท่ากัน |                    |
| ก. ข้อ 1 เท่านั้น        | ข. ข้อ 1 และ 3     |
| ค. ข้อ 2 และ 4           | ง. ข้อ 1 2 3 และ 4 |

## ทดสอบก่อนเรียน

ชื่อ - สกุล ..... เลขที่ .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม ..... คะแนน

คะแนนที่ได้ ..... คะแนน

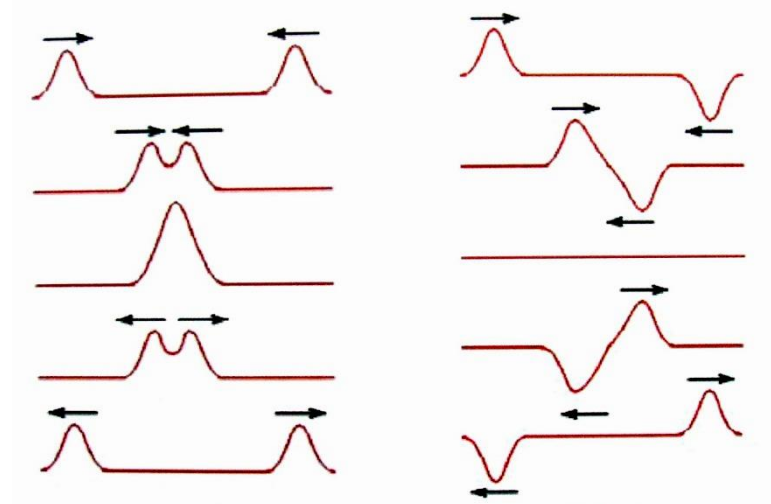
## สรุปหลักการ กฎเกณฑ์ เรื่องการแทรกสอดของคลื่น (Interference of wave )

### การแทรกสอดคืออะไร

การแทรกสอดเป็นปรากฏการณ์ของคลื่นที่เกิดจากคลื่น 2 ขบวนที่เหมือนกันทุกประการเคลื่อนที่มาพบกัน แล้วเกิดการซ้อนทับกัน ถ้าเป็นคลื่นแสงจะเห็นแถบมืดและแถบสว่างสลับกัน ถ้าเป็นคลื่นเสียงจะได้ยินเสียงดังและเสียงค่อยสลับกัน

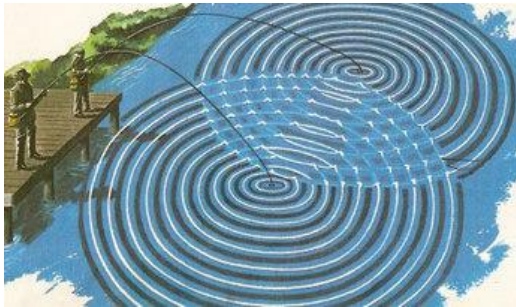
การซ้อนทับกันของคลื่น (Superposition) เกิดขึ้นเมื่อคลื่น 2 ขบวนมาพบกันแล้วเกิดการรวมกัน โดยการกระจัดลัพธ์ของคลื่นรวมที่ตำแหน่งใดๆ เท่ากับผลบวกทางพีชคณิตของการกระจัดของแต่ละคลื่นที่มาพบกัน หลังจากทีคลื่นเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันแล้ว แต่ละคลื่นยังคงมีรูปร่างเหมือนเดิมและเคลื่อนที่ทิศทางเดิม

ถ้าคลื่นที่เคลื่อนที่มาซ้อนทับกันมีเฟสตรงกัน คลื่นรวมจะมีแอมพลิจูดสูงขึ้น เรียกการรวมตัวกันของคลื่นแบบนี้ว่า การแทรกสอดแบบเสริมกัน (Constructive Interference) แต่ถ้าคลื่นทั้งสองมีเฟสตรงกันข้าม คลื่นรวมจะมีแอมพลิจูดลดลง เรียกการรวมกันของคลื่นแบบนี้ว่า การแทรกสอดแบบหักล้าง (Destructive Interference) ดังรูป



ภาพที่ 2 การแทรกสอดแบบเสริมกัน และการแทรกสอดแบบหักล้างกัน

ที่มา [https://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics\\_2/wave/wave\\_6.htm](https://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2/wave/wave_6.htm)



ภาพที่ 3 การแทรกสอดของคลื่น 2 ขบวน

ที่มา <http://www.unariunwisdom.com/2015/page/20/>



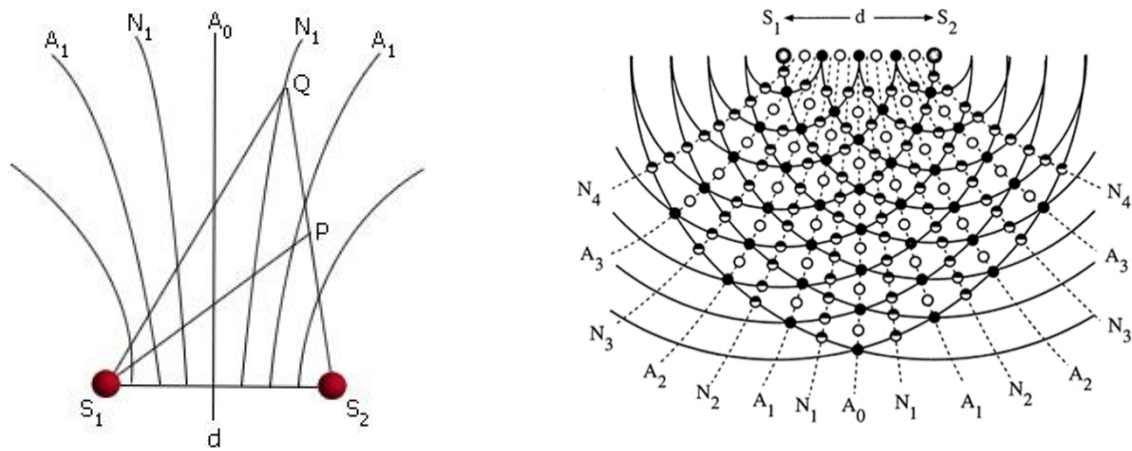
ภาพที่ 4 ลวดลายการแทรกสอด

ที่มา <https://www.quantumactivist.com-physic-may-have-just-gotten-simpler//quantum>

จากรูป แสดงการแทรกสอดของคลื่น 2 ขบวน ทำให้เกิดแนวสว่างและแนวมืดสลับกัน เรียกว่า **ลวดลายการแทรกสอด หรือ รีวของการแทรกสอด (Interference pattern)**

บริเวณตำแหน่งปฏิบัติเกิดจากสันคลื่นและท้องคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองมาพบกัน ทำให้เกิดการกระจัดลัพธ์ของคลื่นทั้งสองมีค่ามากที่สุดที่ เรียกว่า **การแทรกสอดแบบเสริมกัน (Constructive Interference)** ส่วนบริเวณที่น้ำไม่กระเพื่อมเกิดจากสันคลื่นและท้องคลื่นมาพบกัน การกระจัดลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ เรียกว่า **การแทรกสอดแบบหักล้างกัน (Destructive Interference)**

จากรูป เมื่อลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างตำแหน่งบัพ เรียกว่า **เส้นบัพ (N)** และลากเส้นต่อระหว่างตำแหน่งปฏิบัพ เรียกว่า **เส้นปฏิบัพ (A)** ดังรูป



ภาพที่ 5 แนวแทรกสอดของคลื่นน้ำแบบเสริมกันและแบบหักล้างกัน

ที่มา [http://119.46.166.126/self\\_all/selfaccess](http://119.46.166.126/self_all/selfaccess)

ที่มา <http://bellbuy149.blogspot.com>

11/m5/physics5\_2/lesson1/content1.php

/2011/01/

### การแทรกสอดแบบเสริม (Constructive interference)

เกิดขึ้นเมื่อส่วนที่เป็นสันคลื่นรวมกับสันคลื่น หรือส่วนที่เป็นท้องคลื่นรวมกับท้องคลื่น (เฟสตรงกัน) แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองจะเสริมกัน ทำให้แอมพลิจูดของคลื่นรวม ณ ตำแหน่งนั้นมีระดับสูงชันมากที่สุดตรงสันคลื่น และลดลงต่ำมากที่สุดตรงท้องคลื่น เราเรียกตำแหน่งนี้ว่า **ปฏิบัพ (Antinode)**

$$\text{จะได้} \quad |S_1P_n - S_2P_n| = n\lambda$$

### การแทรกสอดแบบหักล้าง (Destructive Interference)

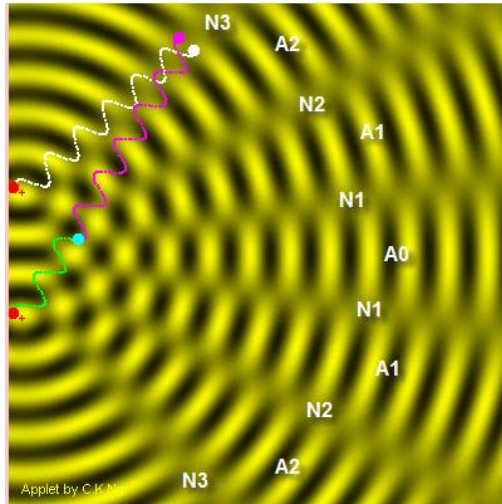
เกิดขึ้นเมื่อส่วนที่เป็นสันคลื่นรวมกับส่วนที่เป็นท้องคลื่น แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองจะหักล้างกัน ทำให้แอมพลิจูดของคลื่นรวม ณ ตำแหน่งนั้นลดลง เรียกตำแหน่งนี้ว่า **บัพ (Node)**

จากการศึกษาโดยให้คลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนคลื่นที่มาพบกันตลอดเวลาจะเกิด บัพ และ ปฏิบัพ อย่างต่อเนื่อง และพบว่าเมื่อลากเส้นเชื่อมต่อปฏิบัพที่อยู่ถัดไป จะได้แนวเส้นที่เรียกว่า **เส้นปฏิบัพ (Antinode Line)**

$$\text{จะได้} \quad |S_1Q_n - S_2Q_n| = (n - \frac{1}{2})\lambda$$



ส่วนเส้นที่ลากเชื่อมต่อจุดบัพที่อยู่ติดกันไป จะได้แนวเส้นที่เรียกว่า **เส้นบัพ (Node Line)** ทำให้ได้  
ลวดลายการแทรกสอด ดังรูปต่อไปนี้



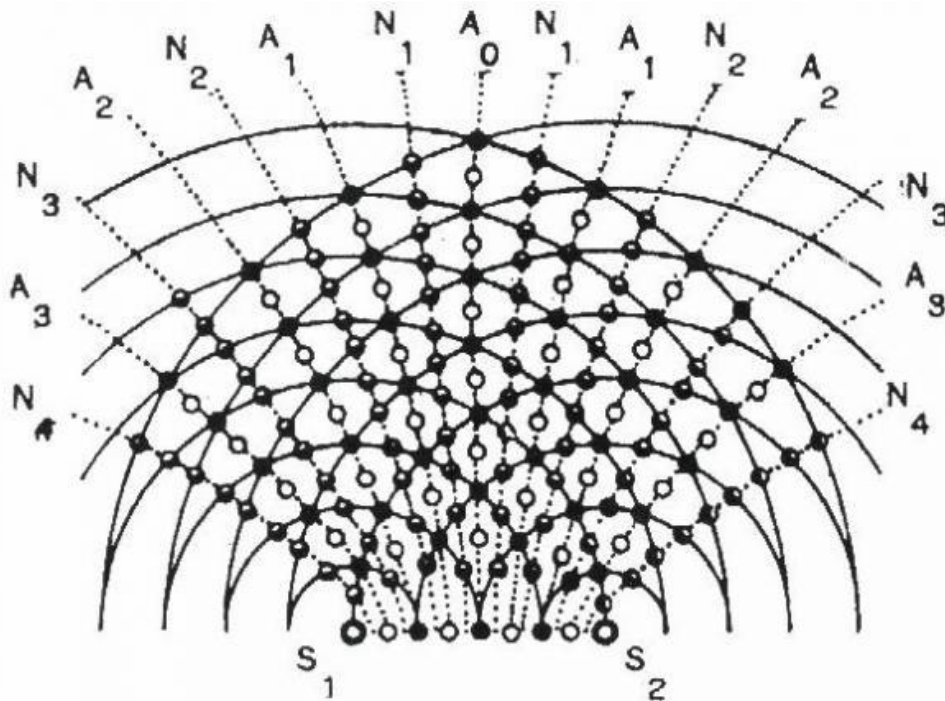
ภาพที่ 6 การแทรกสอดของคลื่น 2 ขบวนทำให้เกิดแนวบัพและแนวปฏิบัพ

ที่มา <http://physmathm654.blogspot.com/2011/11/blog-post.html>

### แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์

แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ (Coherent Sources) หมายถึง แหล่งกำเนิดคลื่นตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไปที่ทำให้คลื่นออกมามีลักษณะเหมือนกันทุกประการ คือ ความถี่ที่เท่ากัน มีเฟสต่างกันคงที่

จากการทดลองโดยให้  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์เฟสตรงกันกำเนิดคลื่นต่อเนื่อง  
ปรากฏผลการทดลองดังรูปด้านล่าง



ภาพที่ 7 การแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์

ที่มา <http://sarawut2536.blogspot.com/2011/01/interference.html>

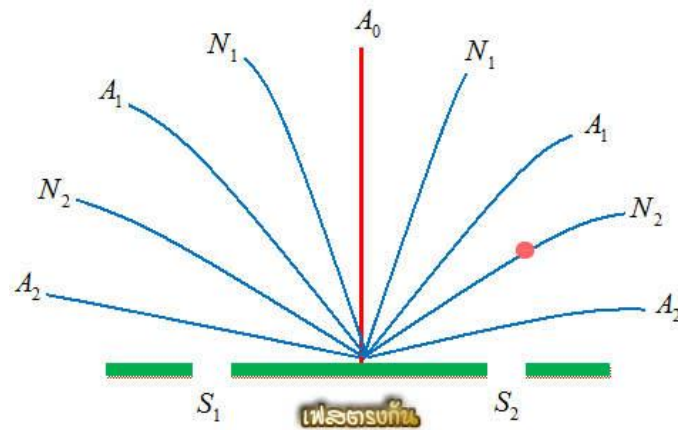
กำหนดให้  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ เฟสตรงกัน

- เป็นจุดปฏิบัพ
- เป็นจุดปฏิบัพ
- ◐ เป็นจุดบัพ
- A เป็นเส้นปฏิบัพ (Antinode line)
- N เป็นเส้นบัพ (Node line)

จะสังเกตเห็นว่า แถวกลาง (A) จะเป็นแนวปฏิบัพเสมอ ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ที่มีเฟสตรงกัน แนวปฏิบัพจะเป็น  $A_0, A_1, A_2, A_3, \dots$  โดยแนวบัพจะไม่มีแนวกลาง แนวบัพจะเริ่มจาก  $N_1, N_2, N_3, \dots$  ดังรูปด้านล่าง

จุดปฏิบัพ	เป็นจุดที่ท้องคลื่นพบท้องคลื่น
จุดปฏิบัพ	เป็นจุดที่สันคลื่นพบสันคลื่น
จุดบัพ	เป็นจุดที่สันคลื่นพบท้องคลื่น





ภาพที่ 8 แนวบัพและแนวปฏิบัพที่เกิดจากการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ที่มีเฟสตรงกัน  
ที่มา <http://preephysics.info/page131.html>

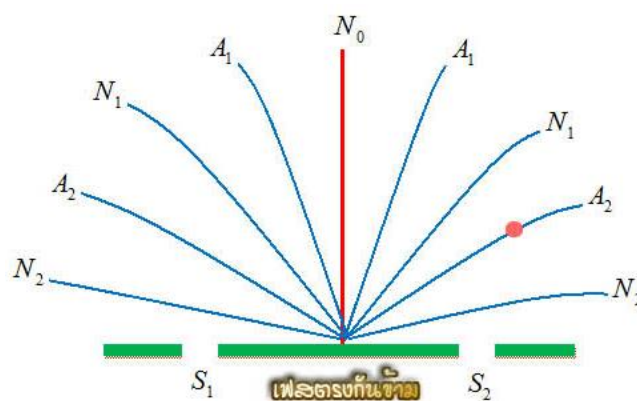
ถ้าให้ Q เป็นตำแหน่งบัพใดๆบนเส้นบัพ จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$S_1Q - S_2Q = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

ถ้าให้ P เป็นตำแหน่งปฏิบัพ ใดๆบนเส้นปฏิบัพ จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$S_1P - S_2P = n\lambda$$

แต่ถ้า  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ที่มีเฟสต่างกัน  $180^\circ$  องศา แนวกลางจะเป็นแนวบัพ  
ดังรูป



ภาพที่ 9 แนวบัพและแนวปฏิบัพที่เกิดจากการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์  
ที่มีเฟสต่างกัน  $180^\circ$  องศา

ที่มา <http://preephysics.info/page131.html>

ถ้าให้ Q เป็นตำแหน่งบัพใดๆบนเส้นบัพ จะได้ความสัมพันธ์ว่า

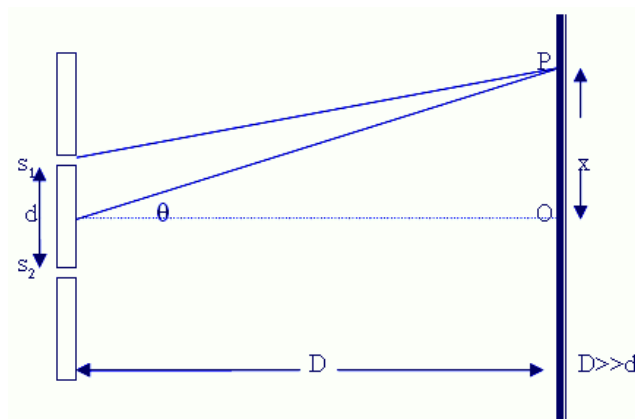
$$S_1Q - S_2Q = n\lambda$$

ถ้าให้ P เป็นตำแหน่งปฏิบัพ ใดๆบนเส้นปฏิบัพ จะได้ความสัมพันธ์ว่า

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

การแทรกสอดกันอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมากๆ

ถ้าหากเกิดการแทรกสอดกันอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมากๆ



ภาพที่ 10 การแทรกสอดกันเมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมากๆ

ที่มา <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/284/6/wave/interference2.html>

เมื่อเสริมกัน จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n \text{ เท่ากับ } 0,1,2,3\dots$$

เมื่อหักล้างกัน จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n \text{ เท่ากับ } 1,2,3\dots$$

เมื่อ  $\theta$  เป็นมุมเล็กๆ จะได้  $d \sin \theta = d \tan \theta$

เมื่อเสริมกัน จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\frac{dx}{D} = d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n \text{ เท่ากับ } 0,1,2,3\dots$$

เมื่อหักล้างกัน จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\frac{dx}{D} = d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n \text{ เท่ากับ } 1,2,3\dots$$

## ใบกิจกรรมที่ 1

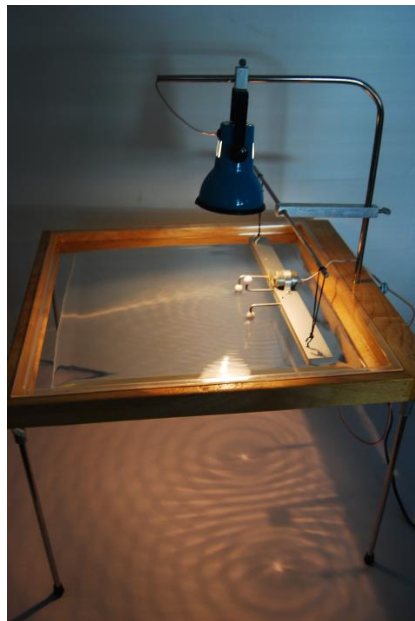
### การทดลองการแทรกสอดของคลื่นน้ำ

#### จุดประสงค์การทดลอง

1. อธิบายได้ว่าการแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์เกิดได้อย่างไร
2. ศึกษาลวดลายการแทรกสอดที่เกิดจากคลื่น 2 คลื่นที่เหมือนกัน
3. อธิบายลักษณะของเส้นบัพและเส้นปฏิบัพที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นที่เหมือนกัน

#### อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดถาดคลื่นคลื่นพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด
2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 1 ชุด
3. น้ำ
4. กระดาษขาว 1 แผ่น
5. สายไฟฟ้า 1 ชุด



ภาพที่ 11 ชุดถาดคลื่น

ที่มา <http://physics.ipst.ac.th/?p=1599>

### วิธีการทดลอง

1. ใส่ น้ำใน ถาด คลื่น และ ต่อ ชู ดทดลอง ถาด คลื่น เข้า กับ หม้อ แปลง ไฟฟ้า โวลต์ ต่ำ
2. ปิด ปุ่ม กํา เนิด คลื่น วงกลม ทั้ง สอง ปุ่ม ให้ ตะ มี วน น้ำ
3. ปรับ ความ ถี่ ของ มอเตอร์ ให้ ปุ่ม กํา เนิด ชี้น ทำงาน โดย เลือ ก ความ ถี่ ที่ เหมาะ สม และ สังเกต เงาม ที่ กระจาย ขาว ได้ ถาด คลื่น ถ้า ความ ถี่ มาก หรือน้อย เกิน ไป จะ มอง ไม่ เห็น ไม่ ชัด
4. บันทึก ผล การ สังเกต เป็น รูป ภาพ จาก การ สังเกต ที่ ได้
5. สรุป ผล การ ทดลอง

### ผลการทดลอง

#### ภาพแสดงการทดลอง

### สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

### คำถามหลังการทดลอง

1. คลื่นที่ได้จากการบิดป้อนกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่ละน้ำทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ

.....

2. จากการทดลองคลื่นที่ได้จากการบิดป้อนกำเนิดขึ้นวงกลมให้แต่ละน้ำทั้ง 2 ปุ่มเดินทางมาพบกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ

.....

3. นักเรียนสังเกตเห็นอะไรจากกระดาษเขานักเรียนวางไว้ใต้ถาดคลื่น

ตอบ

.....

4. ลวดลายที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นจากการบิดป้อนกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่ละน้ำทั้งสองกลุ่มมีลักษณะอย่างไรจงอธิบาย

ตอบ

.....

5. เหตุใดนักเรียนจึงเห็นเส้นที่มีความสว่างมากกับเส้นที่มีความมืด มากสลับกันไป เส้นเหล่านี้เกิดคลื่นได้อย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 2

### Jigsaw ปะติดปะต่อความรู้กันเถอะ

#### จุดประสงค์

1. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องการแทรกสอดของคลื่นน้ำอย่างมากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน

#### คำชี้แจง

1. ครูกำหนดหัวข้อย่อยให้กับนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม
2. นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มอ่านเฉพาะหัวข้อย่อยที่ตนเองได้รับมอบหมาย
3. นักเรียนที่อ่านหัวข้อย่อยเดียวกันมานั่งด้วยกัน แล้วอภิปรายร่วมกันในกลุ่มให้เกิดความเชี่ยวชาญในหัวข้อนั้นๆ
4. นักเรียนกลับมานั่งกลุ่มเดิม แล้วผลัดกันอธิบายให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง เริ่มจากหัวข้อย่อยที่ 1,2,3,4 และ 5
5. ทำการทดสอบเดี่ยวแก่นักเรียนทุกคนทั้งห้อง แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม



#### หัวข้อย่อยของแต่ละชิ้นส่วนจิ๊กซอว์

1. นิยามของการซ้อนทับของคลื่น
2. นิยามของการแทรกสอดของคลื่น
3. การแทรกสอดแบบเสริมกัน
4. การแทรกสอดแบบหักล้างกัน
5. ตัวอย่างของการแทรกสอดในชีวิตประจำวัน



### ใบกิจกรรมที่ 3

### ระดมสมอง ประลองความคิด

#### จุดประสงค์


1. ให้ผู้เรียนฝึกรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น เพราะความคิดที่ดี อาจเกิดขึ้นจากมุมมองใหม่ๆ ได้
2. ให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ รวบรวม และพัฒนาความคิด แล้วนำความคิดที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดผสมผสานระหว่างกัน

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนนักเรียนทำกิจกรรมระดมสมอง โดยแต่ละกลุ่มเขียนอะไรก็ได้เกี่ยวกับประเด็น “การแทรกสอด” ให้มากที่สุด在规定时间内
2. สุ่มนักเรียนอ่านสิ่งที่ได้เรียนรู้ที่อยู่ในกระดาษทั้งหมด
3. เปิดโอกาสให้มีการพิจารณาความถูกต้อง หรือความเป็นได้ของความคิดแต่ละกลุ่ม
4. นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการระดมความคิด เป็นองค์ความรู้ของตนเอง จดบันทึกลงในสมุด

ผลการระดมสมองเรื่อง “การแทรกสอดของคลื่น”




 ใบงานที่ 1

1. การแทรกสอดของคลื่นเกิดขึ้นได้เมื่อใด

.....

.....

.....

2. ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งกำเนิดที่มีเฟสตรงกัน และตรงกันข้าม เคลื่อนที่มารวมกัน จะทำให้เกิดการแทรกสอดแบบใด ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง

.....

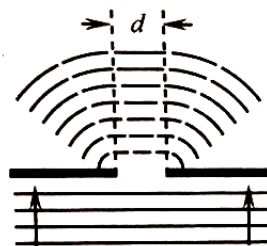
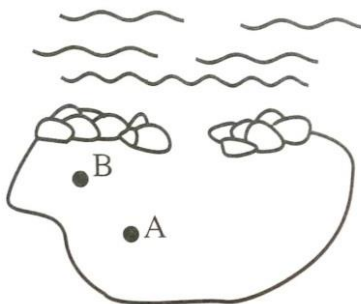
.....

.....

3. ท่าเรือแห่งหนึ่งมีแนวกำแพงหินซึ่งมีช่องเปิดตรงกลาง ดังรูป ในวันที่ทะเลมีคลื่นแรง เจ้าของเรือจะนำเรือไปจอดหลังแนวกำแพงหิน

ก. เหตุใดเจ้าของเรือจึงไม่จอดเรือในทะเล

ข. เจ้าของเรือที่นำเรือไปจอดหลังแนวกำแพงหินสังเกตว่า ถ้านำเรือไปจอดที่ตำแหน่ง A เรือจะไม่โคลงมากเท่าที่ตำแหน่ง B จงอธิบายเหตุการณ์นี้



ก.  $d > \lambda$  หรือ  $\frac{\lambda}{d} < 1$

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบฝึกหัดการแทรกสอดของคลื่นกล



1. คลื่นชนิดหนึ่ง เมื่อเกิดการแทรกสอด จะเกิดแนวตั้งรูป คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

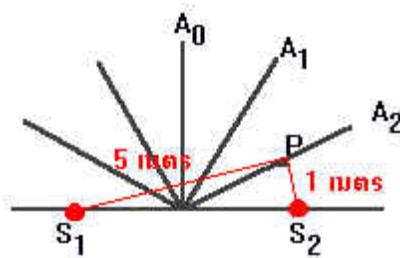
ความยาวคลื่น  $\lambda$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

$S_1P = 5$  เมตร

$S_2P = 1$  เมตร

$n = 2$



ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$|S_1P - S_2P| = n\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก  $|S_1P - S_2P| = n\lambda$

$$|5 - 1| = 2\lambda$$

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

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่ากับ 2 เมตร

2. คลื่นชนิดหนึ่งเมื่อเกิดการแทรกสอดแนวปฏิบัติที่ 2 เอียงทำมุมจากแนวกลาง 30 องศา หากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน 8 เมตร ความยาวคลื่นนี้มีค่าเท่าใด

วิธีทำ

**ขั้นที่ 1** ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความยาวคลื่น  $\lambda$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

มุมจากแนวกลาง  $\theta = 30$  องศา

แหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน  $d = 8$  เมตร

$n = 2$

**ขั้นที่ 2** วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

**ขั้นที่ 3** ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก  $d \sin \theta = n\lambda$

$$d \sin 30 = n\lambda$$

$$8 \times \frac{1}{2} = 2\lambda$$

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

**ขั้นที่ 4** ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่ากับ 2 เมตร

3. แหล่งกำเนิดคลื่นอำพันธ์เฟสตรงกัน 2 อัน วางห่างกัน 6 เซนติเมตร ความเร็วคลื่น 40 เซนติเมตร/วินาที ขณะนั้นคลื่นมีความถี่ 20 Hz จงหาว่าแนวปฏิบัติที่ 3 จะเบนออกจากแนวกลางเท่าไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

มุมที่เบนออกจากแนวกลาง  $\theta$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

แหล่งกำเนิดคลื่นอำพันธ์วางห่างกัน  $d = 6$  เซนติเมตร = 0.06 เมตร

ความถี่  $f = 20$  เฮิร์ตซ์

ความเร็วคลื่น  $v = 40$  เซนติเมตร/วินาที = 0.4 เมตร/วินาที

$n = 3$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

$$v = f\lambda$$

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

จาก

$$\lambda = \frac{0.4}{20}$$

$$\lambda = 0.02\text{m}$$

และจาก

$$d \sin \theta = n\lambda$$

$$0.06 \sin \theta = 3 \times 0.02$$

$$\sin \theta = \frac{3 \times 0.02}{0.06}$$

$$\sin \theta = 1$$

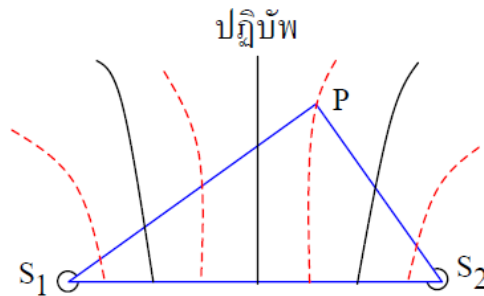
$$\theta = 90^\circ$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ มุมที่เบนออกจากแนวกลางเท่ากับ 90 องศา

4. จากรูป แสดงภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอำพันธ์  $S_1$  และ  $S_2$  มี P เป็นจุดบนเส้นบัพ ถ้า  $S_1P$  เท่ากับ 10 เซนติเมตร และ  $S_2P$  เท่ากับ 7 เซนติเมตร ถ้าอัตราเร็วของคลื่นทั้งสองเท่ากับ 30 เซนติเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดทั้งสองมีความถี่เท่าใด



วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความถี่แหล่งกำเนิดทั้งสอง

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

$$S_1P = 10 \text{ เซนติเมตร} = 0.1 \text{ เมตร}$$

$$S_2P = 7 \text{ เซนติเมตร} = 0.07 \text{ เมตร}$$

อัตราเร็วของคลื่นทั้งสอง  $v = 30$  เซนติเมตรต่อวินาที = 0.30 เมตรต่อวินาที

$$n = 1$$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

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

$$v = f\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

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

$$|0.1 - 0.07| = \left(1 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\lambda = \frac{0.03}{0.5}$$

$$\lambda = 0.06\text{m}$$

และจาก

$$v = f\lambda$$

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

$$f = \frac{0.3}{0.06}$$

$$f = 5\text{Hz}$$

#### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

##### 5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ แหล่งกำเนิดทั้งสองมีความถี่เท่ากับ 5 เฮิรตซ์

5. ถ้า  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่น ซึ่งมีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกันอยู่ห่าง 8.0 เซนติเมตร ถ้าความยาวคลื่นเท่ากับ 4.0 เซนติเมตร จะเกิดจุดบัพที่จุดบนเส้นตรง  $S_1S_2$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

จะเกิดจุดบัพที่จุดบนเส้นตรง  $S_1S_2$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

แหล่งกำเนิดคลื่นอยู่ห่าง  $d = 8$  เซนติเมตร = 0.08 เมตร

ความยาวคลื่น  $\lambda = 4.0$  เซนติเมตร = 0.04 เมตร

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

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

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

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

$$0.08 \sin 90 = \left( n - \frac{1}{2} \right) 0.04$$

$$\frac{0.08 \times 1}{0.04} = \left( n - \frac{1}{2} \right)$$

$$n = 2 + \frac{1}{2}$$

$$n = 2.5$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ จะเกิดจุดบัพที่จุดบนเส้นตรง  $S_1S_2$  4 จุด (ซ้าย 2 , ขวา 2)



## แบบฝึกหัดการแทรกสอดของคลื่น

1.  $S_1$  ,  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอยู่ห่างกัน 16 เซนติเมตร ให้คลื่นเฟสตรงกัน มีความถี่ และแอมพลิจูด เท่ากับความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร ระหว่าง  $S_1$  กับ  $S_2$  จะมีแนวปฏิบัติปักที่แนว

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

.....

.....

2. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอาพันธ์ให้หน้าคลื่นวงกลมสองแหล่งอยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตร มีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร ที่ตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเป็นระยะ 10 เซนติเมตรและ 19 เซนติเมตร ตามลำดับ จะอยู่บนแนวบัพหรือปฏิบัพที่เท่าใด นับจากแนวกลาง

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

.....

.....

3. แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์สองแหล่งให้เฟสตรงกัน ห่างกัน 6 เซนติเมตร ปรากฏว่าแนวเสริมกันครั้งแรกเบนออกจากแนวกลาง  $30^\circ$  จงหาความยาวคลื่น

วิธีทำ

**ขั้นที่ 1** ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

**ขั้นที่ 2** วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

**ขั้นที่ 3** ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

**ขั้นที่ 4** ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำถามทวนโจทย์

.....

.....

.....

.....

4.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ให้เฟสตรงข้ามกันห่างกัน 10 เซนติเมตร ให้คลื่นมีความยาว 4 เซนติเมตร จงหาแนวปฏิบัติและบัพที่เกิดขึ้นระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$

วิธีทำ

**ขั้นที่ 1** ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

**ขั้นที่ 2** วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

**ขั้นที่ 3** ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

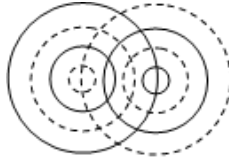
**ขั้นที่ 4** ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำถามทวนโจทย์

.....

.....

5. คลื่นต่อเนื่องรูปวงกลมจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่ง มีแอมพลิจูดเท่ากันและความถี่เท่ากัน แต่เฟสต่างกัน 180 องศา มาแทรกสอดกัน ในภาพนี้จะมีแนวเส้นปฏิบัพกี่แนว



กำหนด เส้นประ แทน ท้องคลื่น เส้นทึบ แทน สันคลื่น

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

.....

.....


 แบบทดสอบหลังเรียน

## คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 10 นาที
3. ให้ทำเครื่องหมายกากบาทลงช่อง ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

## 1. ข้อใดหมายถึงแหล่งกำเนิดคลื่นอนาพันธ์

- |                                           |                 |
|-------------------------------------------|-----------------|
| ก. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน    | มีเฟสตรงกัน     |
| ข. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน    | มีเฟสตรงข้ามกัน |
| ค. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ไม่เท่ากัน | มีเฟสตรงกัน     |
| ง. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ไม่เท่ากัน | มีเฟสตรงข้ามกัน |

## 2. ข้อใดหมายถึงแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์

- |                                           |                 |
|-------------------------------------------|-----------------|
| ก. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ไม่เท่ากัน | มีเฟสตรงกัน     |
| ข. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน    | มีเฟสตรงข้ามกัน |
| ค. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน    | มีเฟสตรงกัน     |
| ง. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ไม่เท่ากัน | มีเฟสตรงข้ามกัน |

## 3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ที่เกี่ยวกับการซ้อนทับกันของคลื่น

1. การกระจัดของคลื่นรวมจะเท่ากับผลบวกการกระจัดของคลื่นย่อยที่มาซ้อนทับกัน
2. คลื่นจะเปลี่ยนรูปร่างขณะซ้อนทับกัน และจะมีรูปร่างคงเดิมเมื่อแยกตัวออกจากกัน
3. พลังงานงานของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกพลังงานของคลื่นย่อยที่มาซ้อนทับกัน

## ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1 และ 2     | ข. ข้อ 2 เท่านั้น |
| ค. ข้อ 1 , 2 และ 3 | ง. ข้อ 1 เท่านั้น |

4. การแทรกสอดของคลื่นเกิดจากสาเหตุใด

- ก. คลื่นต่อเนื่องมากกว่า 1 ขบวน  
ข. คลื่นเคลื่อนที่มาพบกัน  
ค. การซ้อนทับกันของคลื่น  
ง. ถูกทุกข้อ

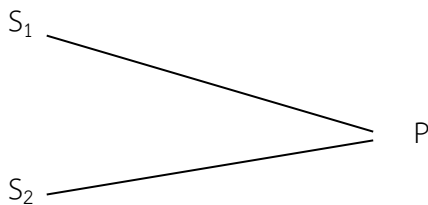
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการซ้อนทับกันของคลื่นแบบเสริม

- ก. ความยาวคลื่นของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกของความยาวคลื่นของแต่ละคลื่นที่มาพบกัน  
ข. ขนาดการกระจัดของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกขนาดการกระจัดของคลื่นที่มาพบกัน  
ค. อัตราเร็วของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกอัตราเร็วของคลื่นที่มาพบกัน  
ง. ข้อ 1 และ 2

6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. การแทรกสอดที่ตำแหน่งการกระจัดมากที่สุดเรียกว่า บัพ  
ข. การแทรกสอดของคลื่นเกิดขึ้นสังเกตได้เมื่อมีคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกัน  
ค. การแทรกสอดเมื่อสันคลื่นพบท้องคลื่นเป็นการแทรกสอดแบบหักล้าง  
ง. แนวมิด - สว่าง ในการแทรกสอดแทนแนวบัพ - ปฏิบัพ ตามลำดับ

7. ถ้า  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นจุดกำเนิดคลื่นผิวน้ำที่มีความถี่และเฟสเดียวกัน (เฟสตรงกัน) ที่จุด P จะเป็นจุดที่คลื่นเสริมกัน เมื่อผลต่างของระยะ  $S_1P$  และ  $S_2P$  เป็นเท่าใด (ให้  $\lambda$  เป็นความยาวคลื่น)



- ก.  $(n + \frac{1}{2})\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$   
ข.  $n\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$   
ค.  $(n - \frac{1}{2})\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$   
ง. ข้อ 2 และ 3

8. การแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่ง ถ้าต้องการให้เกิดลวดลายการแทรกสอดที่คงที่ตลอดเวลาแหล่งกำเนิดทั้งสองต้อง

1. มีความถี่เท่ากัน  
2. มีแอมพลิจูดเท่ากัน  
3. มีเฟสต่างกันคงที่  
4. มีความยาวคลื่นเท่ากัน  
ก. ข้อ 1 เท่านั้น  
ข. ข้อ 1 และ 3  
ค. ข้อ 2 และ 4  
ง. ข้อ 1 2 3 และ 4

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. อัตราเร็วของคลื่นที่มาพบกันมีค่าเท่ากัน

ข. ความยาวคลื่นที่มาพบกันมีค่าเท่ากัน

ค. ผลต่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเท่ากับ  $n\lambda$  เมื่อ  $n = 0, 1, 2, \dots$

ง. แอมพลิจูดของคลื่นรวมเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นที่มาพบกัน

ข้อใดสรุปได้ถูกต้องเกี่ยวกับการแทรกสอดแบบเสริม

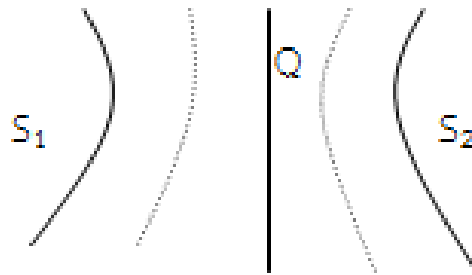
ก ข้อ ก. และ ข

ข. ข้อ ข, ค และ ง

ค. ข้อ ค และ ง

ง. ข้อ ก, ข, ค และ ง

10. จากรูปที่กำหนดให้



ระยะ  $S_1Q$  กับ  $S_2Q$  ต่างกันเท่าใด

ก. 1 เท่าของความยาวคลื่น

ข.  $\frac{1}{4}$  เท่าของความยาวคลื่น

ค.  $\frac{1}{2}$  เท่าของความยาวคลื่น

ง. 2 เท่าของความยาวคลื่น



## ทดสอบหลังเรียน

ชื่อ - สกุล ..... เลขที่ .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม ..... คะแนน

คะแนนที่ได้ ..... คะแนน



แบบบันทึกคะแนนผลการใช้ชุดกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนบันทึกคะแนนจากการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรม

ตารางบันทึกคะแนนด้านความรู้ที่นักเรียนทำได้

ผลงาน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	ผลประเมิน
ใบกิจกรรมที่ 1	10			
ใบกิจกรรมที่ 2	10			
ใบกิจกรรมที่ 3	10			
ใบงานที่ 1	5			
แบบฝึกหัด	25			
แบบทดสอบหลังเรียน	10			

ตารางแปรผลการประเมินคุณภาพด้านความรู้จากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมชุดที่ 4

ช่วงคะแนนที่ได้ (ร้อยละ)	ระดับคุณภาพ
ร้อยละ 90.00 ขึ้นไป	ดีเยี่ยม
75.00 – 89.99	ดีมาก
60.00 – 74.99	ดี
50.00 – 59.99	พอใช้
น้อยกว่าร้อยละ 50.00	ต้องปรับปรุง

ข้อปฏิบัติหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม

ถ้าทำคะแนนได้ตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไปถือว่าดีมาก แต่ถ้าทำคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 75 ต้องกลับไปทบทวนเนื้อหา ฝึกทำแบบฝึกหัดซ้ำๆ จนกว่าจะเข้าใจเนื้อหา ก่อนที่เราจะไปเรียนต่อในชุดกิจกรรมชุดที่ 5



### บรรณานุกรม

การเกิดการแทรกสอดของคลื่น. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/waves/properties/interference.html>. 27 กันยายน 2560.

การทดลองการแทรกสอดของคลื่นน้ำ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://physics.ipst.ac.th/?p=1599>. 27 กันยายน 2560.

การแทรกสอด (Interference) . (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/waves/properties/interference.html>. 27 กันยายน 2560.

การแทรกสอดของคลื่น. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [http://reflec-reflac.blogspot.com/p/blog-page\\_31.html](http://reflec-reflac.blogspot.com/p/blog-page_31.html). 27 กันยายน 2560.

นิรันดร์ สุวรรรัตน์. (2554) . คลื่นกล . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2548.



## เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	×			
2				×
3		×		
4				×
5	×			
6		×		
7	×			
8	×			
9			×	
10			×	



## ใบกิจกรรมที่ 1

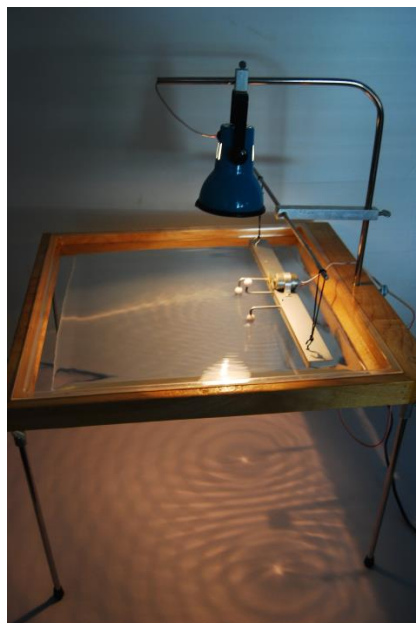
## การทดลองการแทรกสอดของคลื่นน้ำ

## จุดประสงค์การทดลอง

1. อธิบายได้ว่าการแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์เกิดได้อย่างไร
2. ศึกษาผลของการแทรกสอดที่เกิดจากคลื่น 2 คลื่นที่เหมือนกัน
3. อธิบายลักษณะของเส้นบัพและเส้นปฏิบัพที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นที่เหมือนกัน

## อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดถาดคลื่นคลื่นพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด
2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 1 ชุด
3. น้ำ
4. กระดาษขาว 1 แผ่น
5. สายไฟฟ้า 1 ชุด



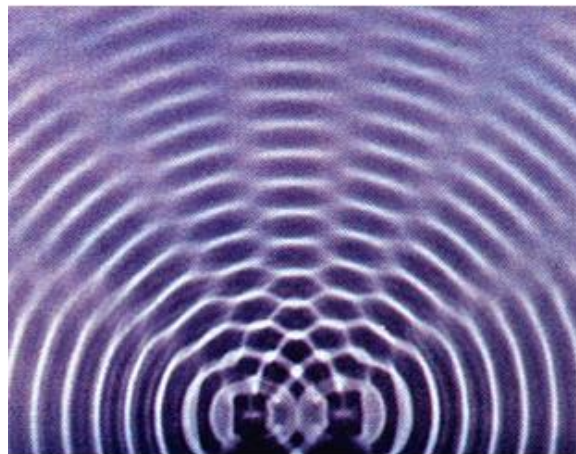
ที่มา <http://physics.ipst.ac.th/?p=1599>

### วิธีการทดลอง

1. ใส่ น้ำ ใน ถาด คลื่น และ ต่อ ชู ตทดลอง ถาด คลื่น เข้า กับ หม้อ แปลง ไฟ ฟ้า โวลต์ ต่ำ
2. ปิด ปุ่ม กำเนิด คลื่น วงกลม ทั้ง สอง ปุ่ม ให้ แตะ ผิว น้ำ
3. ปรับ ความ ถี่ ของ มอเตอร์ ให้ ปุ่ม กำเนิด ขึ้น ทำงาน โดย เลือก ความ ถี่ ที่ เหมาะ สม และ สังเกต เงา ที่ กระจาด ขาว ได้ ถาด คลื่น ถ้า ความ ถี่ มาก หรือน้อย เกิน ไป จะ มอง ไม่ เห็น ไม่ ชัด
4. บันทึก ผล การ สังเกต เป็น รูป ภาพ จาก การ สังเกต ที่ ได้
5. สรุป ผล การ ทดลอง

### ผลการทดลอง

#### ภาพแสดงการทดลอง



### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อคลื่นจากการบิดปุ่มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แตะน้ำทั้งสองปุ่มซึ่งเป็นคลื่นวงกลมที่มีความถี่เท่ากันเพราะเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดคลื่นตัวเดียวกันเดินทางมาพบกันจะเกิดการรวมกันของคลื่นทั้งสองอยู่บริเวณตลอดเวลาและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้บริเวณที่สันคลื่นและท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดทั้งสองมาพบกัน มีผิวน้ำนูนสูงสุดและเว้าต่ำสุดและอยู่บนแถบสว่าง ส่วนบริเวณที่ท้องคลื่นของคลื่นทั้งสองเดินทางมาพบกันทำให้น้ำมีส่วนนูนและส่วนเว้าที่น้อยที่สุดและอยู่บนแถบมืดทำให้เกิดเป็นริ้วรอยของการแทรกสอดคลื่น



### คำถามหลังการทดลอง

1. คลื่นที่ได้จากการบิดปุ่มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่น้ำทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ ไม่แตกต่างเป็นคลื่นวงกลมทั้งคู่

2. จากการทดลองคลื่นที่ได้จากการบิดปุ่มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่น้ำทั้ง 2 ปุ่มเดินทางมาพบกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ พบกัน และสังเกตเห็นระดับน้ำเป็นร่องลึกและร่องสูงขึ้นกว่าบริเวณที่คลื่นยังไม่พบกัน

3. นักเรียนสังเกตเห็นอะไรจากกระดาษเขื่อนักเรียนวางไว้ใต้ถาดคลื่น

ตอบ เห็นเป็นริ้วของแถบมืดแถบสว่างสลับกัน

4. ลวดลายที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นจากการบิดปุ่มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่น้ำทั้งสองกลุ่มมีลักษณะอย่างไรจงอธิบาย

ตอบ เป็นลวดลายของแถบมืดสลับกับแถบสว่างกระจายห่างออกจากกันมากขึ้น

5. เหตุใดนักเรียนจึงเห็นเส้นที่มีความสว่างมากกับเส้นที่มีความมืด มากสลับกันไป เส้นเหล่านี้เกิดคลื่นได้อย่างไร

ตอบ เส้นสว่างเกิดจากสันคลื่นและท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 1 รวมกับสันคลื่นและท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 2 ส่วนแถบมืดเกิดจากสันคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 1 รวมกับท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 2

## ใบกิจกรรมที่ 2

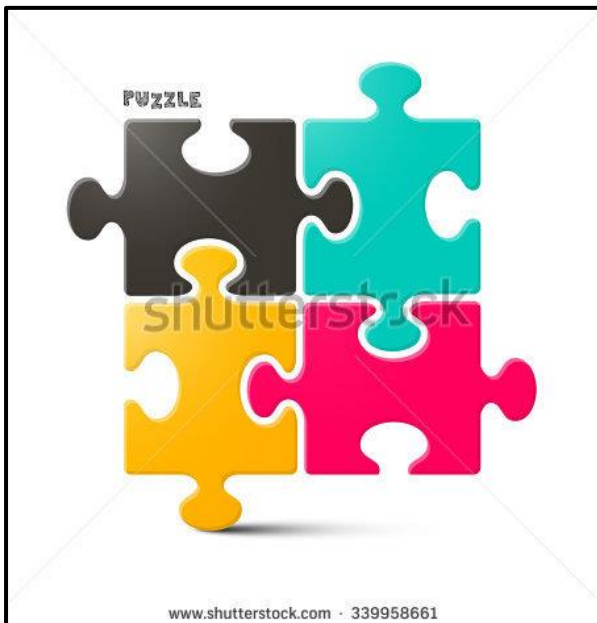
### Jigsaw ปะติดปะต่อความรู้กันเถอะ

#### จุดประสงค์

1. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องการแทรกสอดของคลื่นน้ำอย่างมากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน

#### คำชี้แจง

1. ครูกำหนดหัวข้อย่อยให้กับนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม
2. นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มอ่านเฉพาะหัวข้อย่อยที่ตนเองได้รับมอบหมาย
3. นักเรียนที่อ่านหัวข้อย่อยเดียวกันมานั่งด้วยกัน แล้วอภิปรายร่วมกันในกลุ่มให้เกิดความเชี่ยวชาญในหัวข้อนั้นๆ
4. นักเรียนกลับมานั่งกลุ่มเดิม แล้วผลัดกันอธิบายให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง เริ่มจากหัวข้อย่อยที่ 1,2,3,4 และ 5
5. ทำการทดสอบเดี่ยวแก่นักเรียนทุกคนทั้งห้อง แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม



#### หัวข้อย่อยของแต่ละชิ้นส่วนจิ๊กซอว์

1. นิยามของการซ้อนทับของคลื่น
2. นิยามของการแทรกสอดของคลื่น
3. การแทรกสอดแบบเสริมกัน
4. การแทรกสอดแบบหักล้างกัน
5. ตัวอย่างของการแทรกสอดในชีวิตประจำวัน

### 1. นิยามของการซ้อนทับของคลื่น

**ตอบ** เมื่อคลื่น 2 ขบวนผ่านมาในบริเวณเดียวกัน มันจะรวมกัน โดยอาศัยหลักการซ้อนทับของคลื่น (Superposition principle) การซ้อนทับกันมี 2 แบบ คือแบบเสริม และแบบหักล้าง

1. การซ้อนทับแบบเสริม เกิดจากคลื่นที่มีเฟสตรงกัน เข้ามาซ้อนทับกัน เช่น สันคลื่น + สันคลื่น หรือท้องคลื่น+ท้องคลื่น ผลการซ้อนทับทำให้แอมพลิจูดเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับผลบวกของแอมพลิจูด คลื่นทั้งสอง

2. การซ้อนทับแบบหักล้าง เกิดจากคลื่นที่มีเฟสตรงกันข้าม เข้ามาซ้อนทับกัน เช่น สันคลื่น + ท้องคลื่น ผลการซ้อนทับทำให้แอมพลิจูดลดลง เท่ากับผลต่างของแอมพลิจูด คลื่นทั้งสอง

### 2. นิยามของการแทรกสอดของคลื่น

**ตอบ** การแทรกสอด เกิดขึ้นจากการที่คลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ตั้งแต่สองแหล่งกำเนิดขึ้นไป เดินทางมาพบกันจะเกิดการแทรกสอดหรือเกิดการรวมกันของคลื่น การแทรกสอดกันของคลื่นมี 2 แบบ คือแบบเสริม (Constructive interference) และการแทรกสอดแบบหักล้าง (Destructive interference)

### 3. การแทรกสอดแบบเสริมกัน

**ตอบ** การแทรกสอดแบบเสริมกัน การเกิดในลักษณะนี้มีได้สองกรณีคือ เมื่อสันคลื่นมาเจอกับสันคลื่น และเมื่อท้องคลื่นมาเจอกับท้องคลื่น จะมีค่าแอมพลิจูดมาก เรียกตำแหน่งนี้ว่า ปฏิบัพ(Antinode : A)

### 4. การแทรกสอดแบบหักล้างกัน

**ตอบ** การแทรกสอดแบบหักล้าง (Destructive interference) จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นหรือส่วนของคลื่นที่มาเจอกันมีการกระจัดในทิศตรงข้ามกัน จะมีค่าแอมพลิจูดน้อยเกือบเป็นศูนย์ เรียกตำแหน่งนี้ว่า บัพ(node : N)

### 5. ตัวอย่างของการแทรกสอดในชีวิตประจำวัน

**ตอบ** 1. สีเส้นสวยๆผิวของฟองสบู่เพื่อและ บนผิวน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ

2. นำมาใช้เทียบเครื่องดนตรี โดยมีเครื่องเทียบเสียงมาตรฐาน ใช้หลักว่าเมื่อความถี่เสียงเท่ากันจะไม่เกิดบีตส์ ถ้ายังมีบีตส์อยู่แสดงว่า ความถี่เสียงยังไม่เท่ากัน ต้องปรับจนเสียงทั้งสองมีความถี่เท่ากันจึงไม่ทำให้เกิดบีตส์ เป็นต้น

### ใบกิจกรรมที่ 3

### ระดมสมอง ประลองความคิด

#### จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกจับฟังความคิดเห็นผู้อื่น เพราะความคิดที่ดี อาจเกิดขึ้นจากมุมมองใหม่ๆ ได้
2. ให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ รวบรวม และพัฒนาความคิด แล้วนำความคิดที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดผสมผสานกัน

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนนักเรียนทำกิจกรรมระดมสมอง โดยแต่ละกลุ่มเขียนอะไรก็ได้เกี่ยวกับประเด็น “การแทรกสอด” ให้มากที่สุด在规定时间内
2. สุ่มนักเรียนอ่านสิ่งที่ได้เรียนรู้ที่อยู่ในกระดาษทั้งหมด
3. เปิดโอกาสให้มีการพิจารณาความถูกต้อง หรือความเป็นได้ของความคิดแต่ละกลุ่ม
4. นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการระดมความคิด เป็นองค์ความรู้ของตนเอง จดบันทึกลงในสมุด

#### ผลการระดมสมองเรื่อง “การแทรกสอดของคลื่น”

1. การแทรกสอด เกิดขึ้นจากการที่คลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นตั้งแต่สองแหล่งกำเนิดขึ้นไปเดินทางมาพบกันจะเกิดการแทรกสอดหรือเกิดการรวมกันของคลื่น
2. การแทรกสอด แบ่งได้ 2 แบบ คือ .ตำแหน่งที่เกิดการรวมแบบเสริมกัน จะมีค่าแอมพลิจูดมาก เรียกตำแหน่งนี้ว่าปฏิบัพ(Antinode : A) ตำแหน่งที่เกิดการรวมแบบหักล้างกันจะมีค่าแอมพลิจูดน้อยเกือบเป็นศูนย์ เรียกตำแหน่งนี้ว่า บัพ(node : N) เป็นต้น
3. สูตรการแทรกสอดแบบเสริมกันของแหล่งกำเนิดอาพันธ์

$$|S_1P - S_2P| = n\lambda \text{ และ } d \sin \theta = n\lambda$$

4. สูตรการแทรกสอดแบบหักล้างกันของแหล่งกำเนิดอาพันธ์

$$|S_1P - S_2P| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \text{ และ } d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$



## ใบงานที่ 1

1. การแทรกสอดของคลื่นเกิดขึ้นได้เมื่อใด

**ตอบ** การแทรกสอดของคลื่นเกิดขึ้นได้ เมื่อ คลื่น 2 ขบวนหรือมากกว่า เคลื่อนที่มารวมกัน

2. ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งกำเนิดที่มีเฟสตรงกัน และตรงกันข้าม เคลื่อนที่มารวมกัน จะทำให้เกิดการแทรกสอดแบบใด ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง

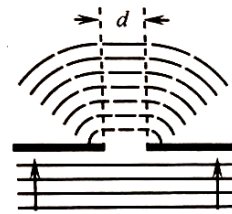
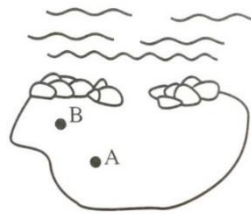
**ตอบ** - ถ้าคลื่นทั้งสองมีเฟสตรงกัน ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองจะเป็นตำแหน่งปฏิบัพ หรือ ตำแหน่งเสริมกัน

- ถ้าคลื่นทั้งสองมีเฟสตรงกันข้าม ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองจะเป็นตำแหน่ง บัพ หรือ ตำแหน่งหักล้างกัน

3. ท่าเรือแห่งหนึ่งมีแนวกำแพงหินซึ่งมีช่องเปิดตรงกลาง ดังรูป ในวันที่ทะเลมีคลื่นแรง เจ้าของเรือจะนำเรือไปจอดหลังแนวกำแพงหิน

ก. เหตุใดเจ้าของเรือจึงไม่จอดเรือในทะเล

ข. เจ้าของเรือที่นำเรือไปจอดหลังแนวกำแพงหินสังเกตว่า ถ้านำเรือไปจอดที่ตำแหน่ง A เรือจะไม่โคลงมากเท่าที่ตำแหน่ง B จงอธิบายเหตุการณ์นี้



ก.  $d > \lambda$  หรือ  $\frac{\lambda}{d} < 1$

**ตอบ** ก. เมื่อคลื่นในทะเลเคลื่อนที่มากกระทบแนวกำแพงหิน คลื่นบางส่วนจะสะท้อนกลับ และเกิดการซ้อนทับกับคลื่นที่กำลังเคลื่อนที่เข้ากระทบแนวกำแพงหิน ทำให้บางบริเวณมีแอมพลิจูดรวมสูงกว่าเดิม ซึ่งเป็นอันตรายต่อเรือได้

ข. เมื่อคลื่นในทะเลเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดจะเกิดการเลี้ยวเบน ซึ่งการเลี้ยวเบนที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของคลื่นในทะเลและความกว้างของช่องเปิด จากรูปจะเห็นว่า ช่องเปิดมีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่น ดังนั้นจะเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นบริเวณขอบกำแพงกัน คล้ายกับการเลี้ยวเบน ดังรูป ก โดยบริเวณที่เกิดการเลี้ยวเบนจะมีแนวบัพและปฏิบัพเกิดขึ้น ถ้าเรือจอดในแนวปฏิบัพซึ่งมีการแทรกสอดแบบเสริม ผิวหน้าจะกระเพื่อมขึ้นลงมาก เรือจะโคลงมาก ถ้าเรือจอดในแนวบัพซึ่งมีการแทรกสอดแบบหักล้างผิวหน้าจะกระเพื่อมขึ้นลงน้อยกว่า เรือจึงโคลงน้อย ดังนั้นเรือที่ตำแหน่ง A ไม่โคลงมาก อาจเนื่องจากอยู่ในแนวบัพ ส่วนเรือที่ตำแหน่ง B โคลงมากกว่า อาจเนื่องจากอยู่ในแนวปฏิบัพ

## แบบฝึกหัดการแทรกสอดของคลื่น

1.  $S_1$  ,  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอยู่ห่างกัน 16 เซนติเมตร ให้คลื่นเฟสตรงกัน มีความถี่และแอมพลิจูด เท่ากับความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร ระหว่าง  $S_1$  กับ  $S_2$  จะมีแนวปฏิบัติที่แนว

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

จะมีแนวปฏิบัติที่แนวบนเส้นตรง  $S_1S_2$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอยู่ห่างกัน  $d = 16$  เซนติเมตร = 0.16 เมตร

ความยาวคลื่น  $\lambda = 4.0$  เซนติเมตร = 0.04 เมตร

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

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

$$0.16 \sin 90 = n \cdot 0.04$$

$$n = \frac{0.16 \times 1}{0.04}$$

$$n = 4$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ จะมีแนวปฏิบัติบนเส้นตรง  $S_1S_2$  เท่ากับ 9 จุด (ซ้าย 4 , ขวา 4 , และกลาง 1 )

2. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอาพันธ์ให้หน้าคลื่นวงกลมสองแหล่งอยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตร มีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร ที่ตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเป็นระยะ 10 เซนติเมตรและ 19 เซนติเมตร ตามลำดับ จะอยู่บนแนวบัพหรือปฏิบัพที่เท่าใด นับจากแนวกลาง

วิธีทำ

### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

#### 1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

อยู่บนแนวบัพหรือปฏิบัพ ที่นับจากแนวกลาง

#### 2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

$|S_1Q - S_2Q|$  เป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น ดังนั้นต้องอยู่ในแนวบัพ

$$S_1Q = 10 \text{ เซนติเมตร} = 0.10 \text{ เมตร}$$

$$S_2Q = 19 \text{ เซนติเมตร} = 0.19 \text{ เมตร}$$

$$\text{ความยาวคลื่น } \lambda = 2 \text{ เซนติเมตร} = 0.02 \text{ เมตร}$$

### ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

#### 3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$|S_1Q - S_2Q| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

#### 4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

$$\text{จาก } |S_1Q - S_2Q| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$|0.10 - 0.19| = \left(n - \frac{1}{2}\right)0.02$$

$$\frac{0.09}{0.02} = \left(n - \frac{1}{2}\right)$$

$$n = 4.5 + \frac{1}{2}$$

$$n = 5$$

### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

#### 5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ จะเกิดอยู่บนแนวบัพที่ 5 จุด โดยนับจากแนวกลาง

3. แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์สองแหล่งให้เฟสตรงกัน ห่างกัน 6 เซนติเมตร ปรากฏว่าแนวเสริมกันครั้งแรกเบนออกจากแนวกลาง  $30^\circ$  จงหาความยาวคลื่น

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความยาวคลื่น  $\lambda$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

มุมเบนออกจากแนวกลาง  $\theta = 30$  องศา

แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์สองแหล่งห่างกัน  $d = 6$  เซนติเมตร = 0.06 เมตร

$n = 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก  $d \sin \theta = n\lambda$

$$d \sin 30 = n\lambda$$

$$0.06 \times \frac{1}{2} = 1 \times \lambda$$

$$\lambda = 0.03\text{m}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบทวนโจทย์

นั่นคือ คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่ากับ 0.03 เมตร



4.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ให้เฟสตรงข้ามกันห่างกัน 10 เซนติเมตร ให้คลื่นมีความยาว 4 เซนติเมตร จงหาแนวปฏิบัติและบัพที่เกิดขึ้นระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$

วิธีทำ

**ขั้นที่ 1** ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

แนวปฏิบัติและบัพที่เกิดขึ้นระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ห่างกัน  $d = 10$  เซนติเมตร = 0.10 เมตร

ความยาวคลื่น  $\lambda = 4.0$  เซนติเมตร = 0.04 เมตร

**ขั้นที่ 2** วางแผนการแก้สมการ

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

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

**ขั้นที่ 3** ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จากแนวปฏิบัติ  $d \sin \theta = n\lambda$

$$0.10 \sin 90 = n \cdot 0.04$$

$$n = \frac{0.10 \times 1}{0.04}$$

$$n = 2.5$$

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

$$0.10 \sin 90 = \left(n - \frac{1}{2}\right) 0.04$$

$$n = 2.5 + \frac{1}{2} = 3$$

**ขั้นที่ 4** ตรวจสอบคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบจนโจทย์

จากการคำนวณพบว่า แนวปฏิบัติที่ 3 ผ่าน  $S_1, S_2$ พอดี จึงไม่นับเพราะโจทย์ต้องการแนวปฏิบัติที่เกิดขึ้นระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$

นั่นคือ จะมีแนวปฏิบัติเกิดขึ้นระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$  เท่ากับ 5 แนว (ซ้าย 2 , ขวา 2 , และกลาง 1)

มีแนวปฏิบัติที่เกิดขึ้นระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$  เท่ากับ 4 แนว (ซ้าย 2 , ขวา 2)

5. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งเฟสตรงกันอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร สร้างคลื่นผิวน้ำที่มีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จงเขียนภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดขึ้นและเขียนเส้นบัพที่เกิดขึ้นทั้งหมด

วิธีทำ

### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

#### 1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

เขียนภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดขึ้นและเขียนเส้นบัพที่เกิดขึ้นทั้งหมด  $n$

#### 2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

เฟสตรงกันอยู่ห่างกัน  $d = 4$  เซนติเมตร = 0.04 เมตร

ความยาวคลื่น  $\lambda = 2$  เซนติเมตร = 0.02 เมตร

### ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

#### 3. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

### ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

#### 4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

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

$$d \sin 90 = n\lambda$$

$$0.04 \times 1 = n \times 0.02$$

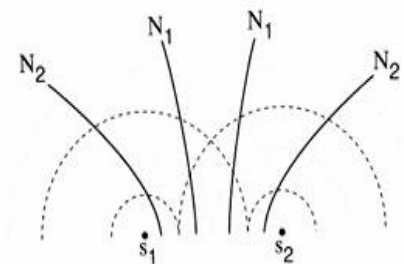
$$n = 2$$

### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

#### 5. ตรวจสอบคำตอบจนพอใจ

นั่นคือ เส้นบัพที่เกิดขึ้นทั้งหมด 4 แนว (ซ้าย 2 , ขวา 2)

ภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดขึ้น



## เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		×		
2			×	
3			×	
4				×
5				×
6	×			
7		×		
8				×
9			×	
10	×			



## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ : นางสาวธิตินันท์ นาจาน  
 ตำแหน่ง : ข้าราชการครู วิทยฐานะ : ชำนาญการ โรงเรียนปากเกร็ด  
 วันเดือนปีเกิด : 28 เมษายน 2530  
 ที่อยู่ : บ้านเลขที่ 18/769 หมู่ 5 ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120  
 เบอร์โทรศัพท์ : 089-028-4545  
 อีเมล : [piplus@hotmail.co.th](mailto:piplus@hotmail.co.th)  
 ประวัติการศึกษา :

- มัธยมศึกษา    แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์    โรงเรียนปากเกร็ด (2546-2548)
- ปริญญาตรี    ครุศาสตรบัณฑิต เอกฟิสิกส์    จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2549-2553)
- ปริญญาโท    ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2554-2555)