

บทที่ 9 คลื่นกล

9.1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

คลื่น (wave) คือ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนตัวกลางเนื่องจากการรบกวนจากภายนอก เช่น การสั่นของน้ำ การสั่นของเส้นเชือก แล้วมีการส่งผ่านพลังงานผ่านตัวกลางโดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปมาแต่ตัวที่เคลื่อนที่ไป คือ พลังงาน แต่ตัวกลางจะสั่นแบบขึ้น ๆ ลง ๆ อยู่กับที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดคลื่น

1. มีแหล่งกำเนิดคลื่น
2. มีการสั่นของแหล่งกำเนิดคลื่น
3. มีตัวกลางให้คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน

สำหรับข้อที่ 3. คลื่นบางชนิดไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

การจำแนกประเภทของคลื่น

1. จำแนกตามลักษณะการสั่น แบ่งได้เป็น

1.1 คลื่นตามขวาง คือ คลื่นที่มีทิศเคลื่อนที่กับทิศตัวกลางตั้งฉากกันเวลาเคลื่อนที่เช่น คลื่นน้ำ คลื่นเชือก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น

1.2 คลื่นตามยาว คือ คลื่นที่มีทิศเคลื่อนที่กับทิศตัวกลางขนานกันเวลาเคลื่อนที่เช่น คลื่นเสียง คลื่นที่เกิดจากการอัดของสปริง เป็นต้น

2. จำแนกโดยอาศัยหลักการใช้ตัวกลางในการส่งคลื่น แบ่งได้เป็น

2.1 คลื่นกล คือ คลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในลวด สปริง คลื่นของต้นหญ้า หรือต้นข้าวขณะลมพัด คลื่นเสียง เป็นต้น

2.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแสง เป็นต้น

3. จำแนกตามการเกิดคลื่นเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น

3.1 คลื่นจุด คือ คลื่นที่ส่งออกมาจากแหล่งกำเนิดโดยการรบกวน หนึ่งหรือสองครั้งเกิดคลื่นแค่ลูกเดียว หรือสองลูก คลื่นจุดจะเกิดในระยะเวลาสั้น ๆ

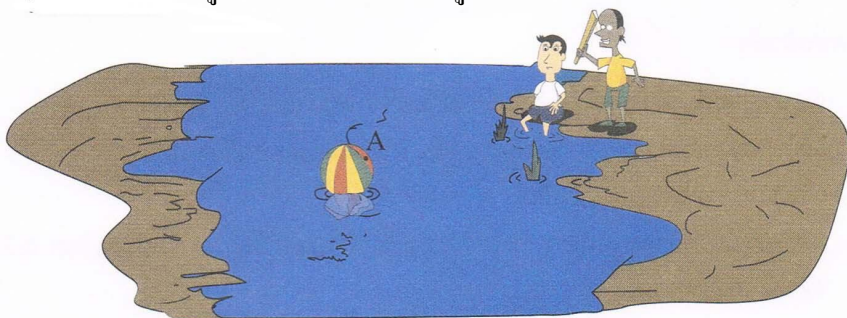
3.2 คลื่นต่อเนื่อง คือ คลื่นที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดโดยการรบกวนหลาย ๆ ครั้งอย่างต่อเนื่อง คลื่นต่อเนื่องจะเกิดขึ้นในระยะเวลายาว

แบบฝึกหัดที่ 9.1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

1.1 คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไร

1.2 คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวแตกต่างกันอย่างไร

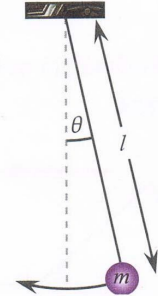
1.3 บอยและเบิร์ดกำลังเล่นบอลลอยในสวนสาธารณะ เมื่อลูกบอลตกลงไปกลางสระทำให้ไม่สามารถเอื้อมมือถึงได้



บอยคิดว่า ถ้าใช้เท้าตีผืนน้ำ อย่างสม่ำเสมอเพื่อทำให้เกิดคลื่น คลื่นจะพาลูกบอลไปเข้าฝั่งตรงข้ามได้ ส่วนเบิร์ดคิดว่า ถ้าขว้างไม้ไปถูกลูกบอลที่จุด A ลูกบอลจะเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งตรงข้ามได้ ความคิดของใครน่าจะถูกต้องที่สุด เพราะเหตุใด

1.4 ถ้าส่งคลื่นคลไปตามลวดสปริง หลังจากคลื่นได้ผ่านตำแหน่งหนึ่งบนลวดสปริงไปแล้ว ตำแหน่งนั้นจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

1.5 เมื่อกระตุ้นเส้นเชือกของลูกตุ้มนาฬิกาให้แกว่งเป็นจังหวะสม่ำเสมอ ปรากฏว่ามีความถี่ของการแกว่งค่าหนึ่งที่ทำให้ลูกตุ้มแกว่งเป็นช่วงกว้าง เพราะเหตุใด และความถี่นี้มีความสัมพันธ์กับมวล(m) ของลูกตุ้ม และความยาว (l) ของเชือกอย่างไร เพราะเหตุใด

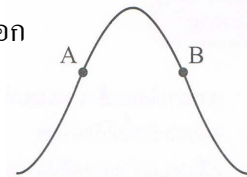


1.6 มนุษย์อวกาศในยานอวกาศที่กำลังพุ่งจากโลกด้วยความเร่ง มีวิธีจะหามวลของอุปกรณ์ใดๆ ได้อย่างไร

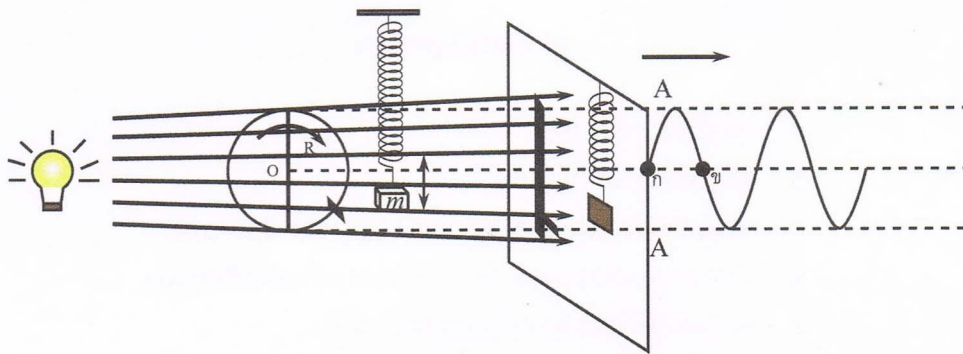
1.7 คลื่นในเส้นเชือกกำลังเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา A และ B เป็นจุดสองจุดบนเส้นเชือก

เมื่อขณะเวลาหนึ่ง รูปร่างส่วนหนึ่งของเส้นเชือกเป็นดังรูป

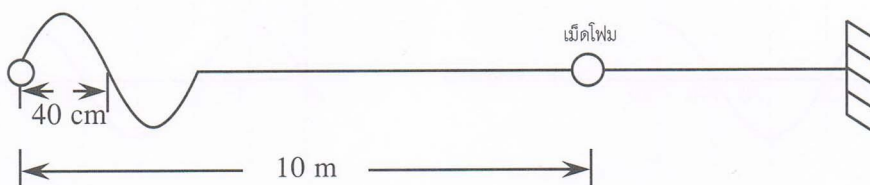
เมื่อเวลาผ่านไปอีกเล็กน้อย A และ B จะเคลื่อนที่อย่างไร วาดภาพประกอบ



2.1 เมื่อหมุนแผ่นจานรัศมี R ที่ติดหมุดกลม ในขณะเดียวกันดึงวัตถุมวล m ที่ติดปลายสปริงแล้วปล่อย ปรับความถี่ของแผ่นจานจนกระทั่งเงาของหมุดกลมกับมวล m เคลื่อนที่ไปด้วยกันบนฉากให้หาความถี่ของการหมุนของแผ่นจานเป็น f ค่าคงตัวของสปริงมีค่าเท่าใด และเมื่อเอาฉากออก นำเชือกไปผูกวัตถุมวล m ปล่อยให้มีการเคลื่อนที่แบบเดิม คลื่นในเส้นเชือกที่เกิดขึ้นตำแหน่ง ก และ ข ใช้เวลาห่างกันเท่าใด



2.2 เมื่อสับปิดปลายเชือกขึ้นลงในอัตรา 2 รอบต่อวินาทีดังรูป เม็ดโฟมที่อยู่ห่างจากมือ 10 เมตร จะเคลื่อนอย่างไรหลังจากที่สับปิดปลายเชือก 20 วินาทีและเคลื่อนที่ไปได้กี่รอบและขณะนั้น มีเฟสเท่าใด



3.1 (O-NET49) คลื่นใดต่อไปนี้ เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

1. คลื่นแสง
2. คลื่นเสียง
3. คลื่นผิวน้ำ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. ทั้ง 1, 2 และ 3
2. ข้อ 2 และ 3
3. ข้อ 1 เท่านั้น
4. ผิดทุกข้อ

3.2 (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นตามยาว

1. เป็นคลื่นที่ของตัวกลางมีการสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
2. เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของตัวกลาง
3. เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
4. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นได้หลายแนว

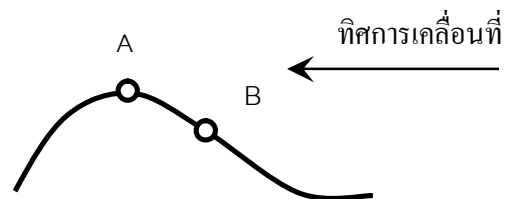
3.3 (O-NET54) คลื่นกลตามยาวและคลื่นกลตามขวางถูกนิยามขึ้นโดยดูจากปัจจัยใดเป็นหลัก

1. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
2. ทิศการสั่นของอนุภาคตัวกลาง
3. ประเภทของแหล่งกำเนิด
4. ความยาวคลื่น

4.1 (มข.50) คลื่นคลในเส้นเชือกกำลังคลื่นที่จากหาไปซ้าย A และ B เป็นจุดสองจุดบนเส้นเชือก ณ เวลาหนึ่ง

รูปร่างของเส้นเชือกเป็นดังรูปอยากทราบว่าถ้าเวลาผ่านไปอีกเล็กน้อยจุด A และ B จะอยู่ที่ตำแหน่งใด

1. ทั้ง A และ B เคลื่อนที่ไปทางซ้าย
2. A ต่ำกว่าเดิม B สูงกว่าเดิม
3. A สูงกว่าเดิม B ต่ำกว่าเดิม
4. ทั้ง A และ B ต่ำกว่าเดิม



9.2 คลื่นผิวน้ำ

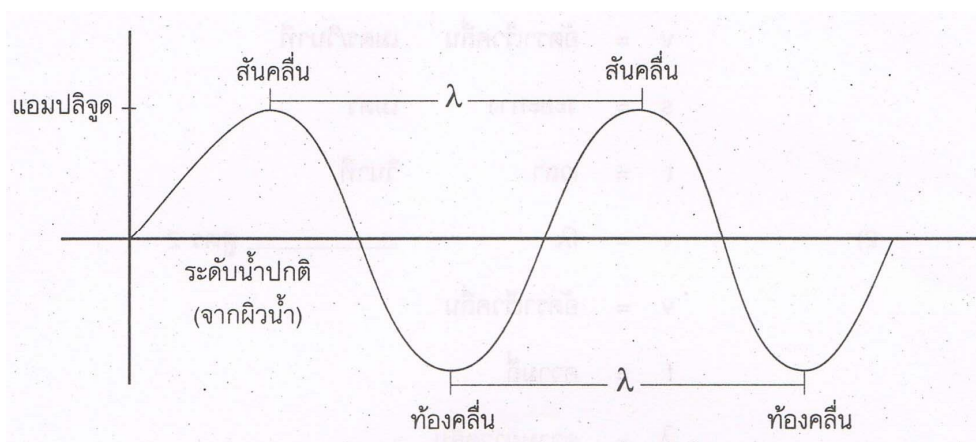
เนื่องจากคลื่นโดยทั่วไปเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดโดยอนุภาคของตัวกลางสั่นแบบกลับไปกลับมา ดังนั้นลักษณะของคลื่นชนิดต่าง ๆ จึงเขียนแทนด้วยกราฟของค่า sine หรือ cosine

สิ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับคลื่น

สมการทั่วไปของคลื่น การกระจัด

$y = A \sin \theta$
$\theta = \omega t = \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{2\pi}{T}$

ส่วนประกอบของคลื่น



1. ยอดคลื่น หรือสันคลื่น หมายถึง ส่วนบนสุดของคลื่นแต่ละลูก
2. ท้องคลื่น หมายถึง ส่วนล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก
3. การกระจัด หมายถึง ระยะจากตำแหน่งใด ๆ บนแนวคลื่นถึงแนวสมดุล

4. ช่วงความกว้างของคลื่นหรือแอมพลิจูด(A) หมายถึง ระยะจากสันคลื่นหรือระยะจากท้องคลื่นถึงแนวสมดุล หรือ แอมพลิจูด คือระยะการกระจัดที่มีค่ามากที่สุด

5. ความยาวคลื่น (λ) หมายถึง ความกว้างของคลื่นหนึ่งลูก ซึ่งเป็นระยะห่างของตำแหน่งบนคลื่นที่มีลักษณะเดียวกันที่ติดต่อกัน เช่น ระยะจากสันคลื่นหนึ่งถึงสันคลื่นของลูกถัดไประยะจากท้องคลื่นถึงท้องคลื่นของลูกถัดไป

6. หน้าคลื่น (Wave Front) คือ เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสเหมือนกัน(Same Phas) ซึ่งต้องอยู่บนคลื่นลูกเดียวกัน เช่น เส้นที่ลากระหว่างจุดที่เป็นสันคลื่นในลูกเดียวกัน เป็นต้น หน้าคลื่นจะต้องตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเสมอ

7. ความถี่ (f) หมายถึง จำนวนลูกคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดในหนึ่งหน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดใดๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือ Hertz

8. คาบ (T) หมายถึงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 รอบ หรือเคลื่อนที่เป็นระยะทางหนึ่งความยาวคลื่น มีหน่วยเป็นวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความถี่

$$T = \frac{1}{f}$$

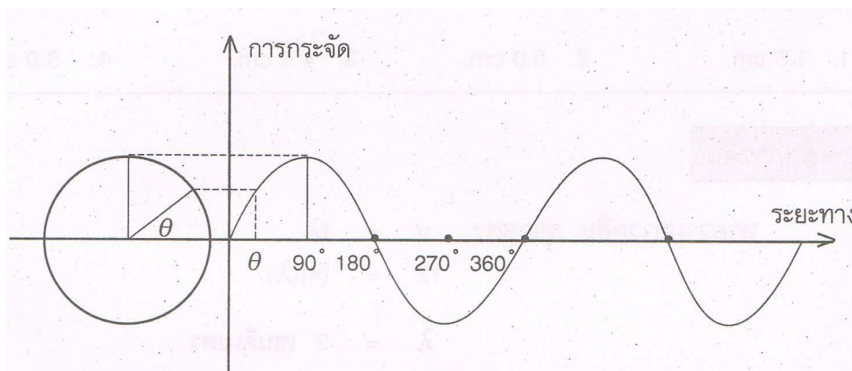
9. อัตราเร็วคลื่นและอัตราเร็วเฟส(v) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

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

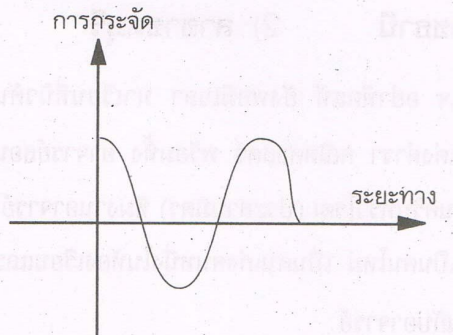
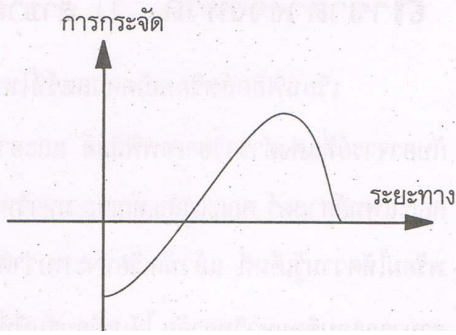
$$v = \lambda f$$

มุมเฟส

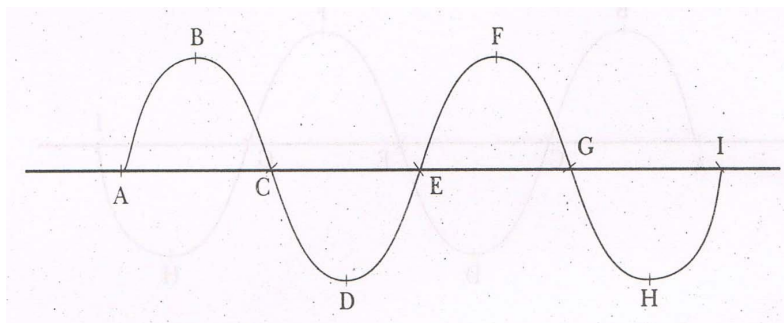
มุมเฟส คือ มุมที่ใช้เรียกตำแหน่งใด ๆ บนคลื่น โดยวัดเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



ตัวอย่างการหามุมเฟสเริ่มต้น

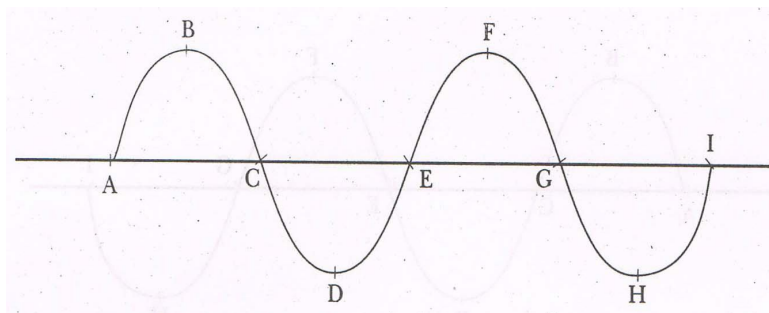
มุมเฟสเริ่มต้น 90 องศา	มุมเฟสเริ่มต้น 270 องศา
	

เฟสตรงกัน คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดเท่ากันและสันทิศทางเดียวกัน (ความต่างเฟส 0 องศา)



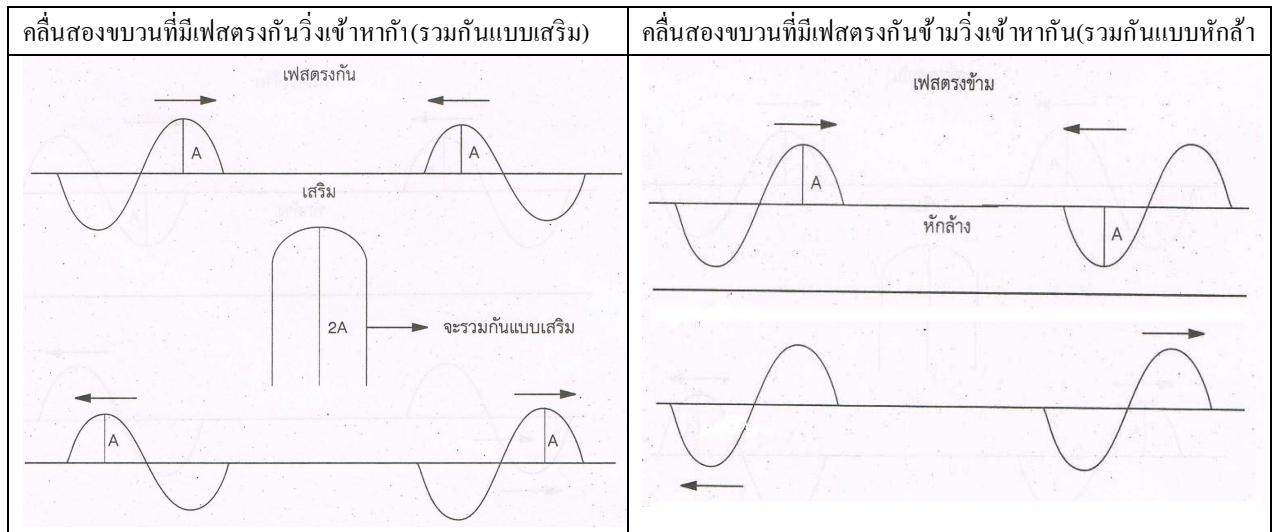
- จากรูป
1. จุดที่มีเฟสตรงกันคือ B, F และ D, H และ A, E, I
 2. มีระยะห่างกันเท่ากับ $\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$
 3. มีเวลาห่างกันเท่ากับ $T, 2T, 3T, \dots$

เฟสตรงกันข้าม คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดเท่ากันแต่สันในทิศทางกันข้าม (ความต่างเฟส 180 องศา)



- จากรูป
1. จุดที่มีเฟสตรงข้ามคือ A กับ C และ B กับ D
 2. มีระยะห่างกันเท่ากับ $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \dots$
 3. มีเวลาห่างกันเท่ากับ $\frac{T}{2}, \frac{3T}{2}, \frac{5T}{2}, \dots$

การรวมกันของคลื่นสองขบวน



ความต่างเฟส

บอกระยะทาง	บอกเวลา
$\Delta\theta = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda}$	$\Delta\theta = \frac{2\pi\Delta t}{T}$
เมื่อ λ คือ ความยาวคลื่น (m) Δx คือ $x_2 - x_1$ $\Delta\theta$ คือ $\theta_2 - \theta_1$	เมื่อ T คือ คาบเวลา (s) Δt คือ $t_2 - t_1$ 2π เท่ากับ 360°

สตโรโบสโคป เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งใช้วัดความถี่ของคลื่น มีหลักการว่า ช่วงเวลาที่สตโรโบสโคปหมุนได้ 1 ช่อเท่ากับช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ครบ 1 รอบ เราจึงมองเห็นคลื่นหรือวัตถุใด ๆ หยุดนิ่ง จะได้ว่า

$$f_w = n f_s$$

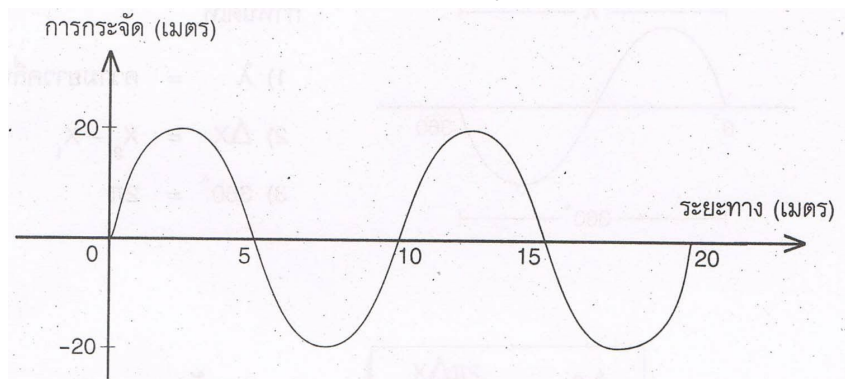
เมื่อ f_w = ความถี่คลื่น

f_s = ความถี่สตโรโบสโคป

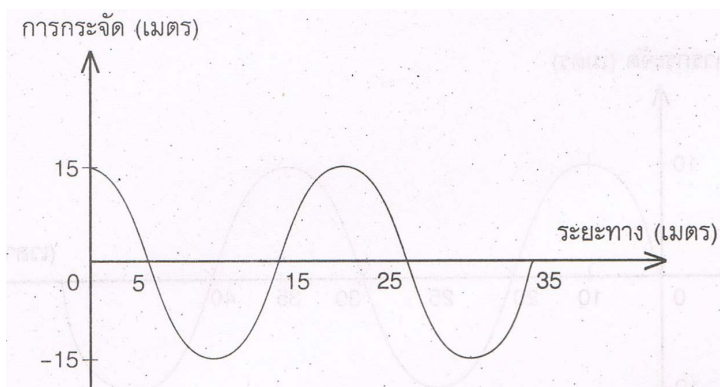
n = จำนวนช่อ

แบบฝึกหัดที่ 9.2 คลื่นผิวน้ำ

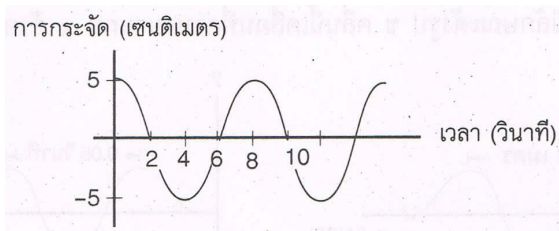
- 1.1 เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ กระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 900 รอบต่อวินาที ระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 30 cm. จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่ผิวน้ำ
- 1.2 คลื่นน้ำเคลื่อนที่เข้ากระทบฝั่งนับได้ 15 ลูกคลื่นทุก ๆ 10 วินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 3 เมตร คลื่นน้ำมีความเร็วเท่าไร
- 1.3 (มข.) เมื่อเรากระทุ้งน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 3 ครั้งต่อวินาที แล้วจับเวลาที่คลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปกระทบขอบสระอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ห่างออกไป 45 เมตร พบว่าใช้เวลา 3 วินาที ความยาวคลื่นของผิวน้ำนี้เท่ากับกี่เมตร (5 เมตร)
- 1.4 (มข.) เมื่อสังเกตคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ พบว่าผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลง 600 รอบใน 1 นาที และระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 20 เซนติเมตร จงหาว่าเมื่อสังเกตคลื่นลูกหนึ่งเคลื่อนที่ไปใน นาที จะได้ระยะทางกี่เมตร (120 เมตร)
- 1.5 คลื่นขบวนหนึ่งมีความถี่ 150 Hz มีความเร็ว 300 เมตรต่อวินาที จุดสองจุดบนคลื่นที่มีเฟสต่างกัน 90 องศาจะอยู่ห่างกันกี่เมตร
- 1.6 คลื่นสองคลื่นมีความถี่ 200 และ 240 Hz มีอัตราเร็ว 300 m/s ถ้าต้นกำเนิดคลื่นมีเฟสเดียวกันที่ระยะ 2 m จากต้นกำเนิดทั้งสองเฟสจะต่างกันอยู่เท่าไร
- 1.7 คลื่นขบวนหนึ่งวิ่งไปใช้เวลา 0.5 วินาที จะมีรูปร่างดังรูป ที่กำหนดให้ จงหา ก. แอมพลิจูด
ข. อัตราเร็วคลื่น ค. เวลาที่เคลื่อนที่ครบรอบ ง. จำนวนลูกคลื่นในหนึ่งวินาที



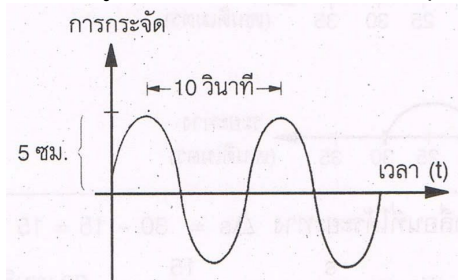
- 1.8 จากรูปที่กำหนดให้ น้อยก็ดำกระตุกเชือกจนมีความเร็ว 80 เมตร/วินาที จงหา ก. แอมพลิจูดและมุมเฟสเริ่มต้น ข. เวลาของ 1 ลูกคลื่น ค. จำนวนลูกคลื่นใน 1 วินาที ง. จำนวนลูกคลื่นใน 5 วินาที



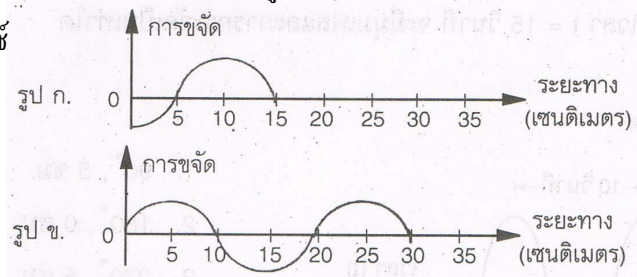
- 1.9 (มข.) คลื่นขบวนหนึ่งมีรูปร่างดังกราฟ จงหา มุมเฟสเริ่มต้น แอมพลิจูด คาบเวลา และความถี่ (90° , 5 ซม., 8 วินาที, 0.125 เฮิรตซ์)



- 1.10 (มข.) จากคลื่นดังรูปที่เวลา $t = 15$ วินาที จะมีมุมเฟสและการกระจัดเป็นเท่าใด (180° , 0 ซม.)



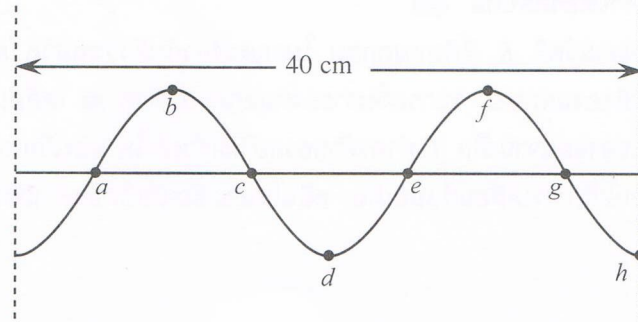
- 1.11 (Ent.) คลื่นในเส้นเชือกยาว เมื่อเวลาหนึ่งเป็นดังที่เห็นรูป ก. หลังจากนั้น 5 วินาที เป็นดังที่เห็นในรูป ข. ความถี่ของคลื่นจะเป็นกี่เฮิรตซ์



- 1.2 คลื่นขบวนหนึ่งมีความยาวคลื่นเท่ากับ 10 cm ถ้ามองดูคลื่นนี้ โดยใช้สโตรโบสโคปที่มีจำนวนช่อง 8 ช่อง สโตรโบสโคปจะต้องหมุนด้วยคาบเวลาเท่ากับ 5 วินาที จึงจะมองเห็นคลื่นหยุดนิ่งความเร็วของคลื่นขบวนนี้มีค่าเท่าใด

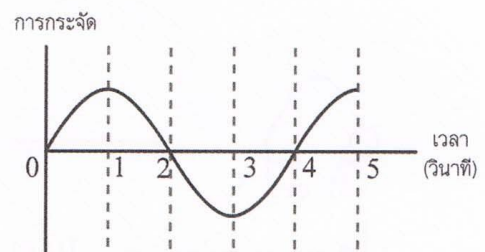
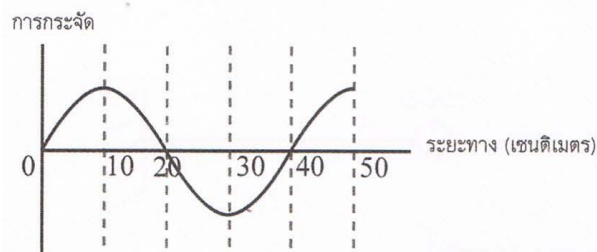
- 2.1 เมื่อนำส้อมเสียงที่กำลังสั่นจุ่มลงในน้ำ จะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด
- 2.2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่และอัตราเร็วของคลื่น
- 2.3 อธิบายความหมายของหน้าคลื่น
- 2.4 คลื่นคลถูกส่งไปตามเส้นเชือก อัตราเร็วของคลื่นคลในเส้นเชือก ณ ตำแหน่งต่างๆเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 2.5 อธิบายความหมายของเฟส
- 2.6 จงเขียนรูปคลื่นต่อเนื่องสองรูปที่มีเฟสตรงข้ามกัน
- 2.7 อธิบายความแตกต่างระหว่างอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ ซึ่งเป็นคลื่นตามขวางกับอัตราเร็วของอนุภาคของน้ำที่ผิวเมื่อมีคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน
- 2.8 กราฟระหว่างการกระจัดและระยะทาง และกราฟระหว่างการกระจัดกับเวลาของการเคลื่อนที่ของคลื่นกล เช่น คลื่นผิวน้ำ กราฟทั้งสองมีความแตกต่างกันอย่างไร
- 2.9 จากการทดลองเรื่องคลื่นผิวน้ำ ในถาดคลื่นถ้าปรับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ให้ปุ่มก่กำเนิดคลื่นสั้นถี่ขึ้นเป็นสองเท่าของเดิม อัตราเร็วของคลื่น ความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นผิวน้ำ จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- 3.1 คลื่นในทะเลซัดเข้าหาฝั่งด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 6 เมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง จะมีคลื่นกระทบฝั่งกี่ลูก

3.2 คลื่นผิวน้ำ กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 30 เมตรต่อวินาที ตัวอักษร a ถึง h แทนจุดบนคลื่น ดังรูป



- ก. จุดคู่ใดที่มีเฟสตรงกัน
- ข. จุดคู่ใดที่มีเฟสตรงข้ามกัน
- ค. จุดคู่ใดที่มีความต่างเฟส 90 180 270 และ 360 องศา
- ง. เมื่อเวลาผ่านไปเล็กน้อย จุดต่างๆ มีการเคลื่อนที่ในทิศทางใด
- จ. ความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่นเป็นเท่าใด

3.3 คลื่นต่อเนื่องในเส้นเชือกกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา เมื่อเวลา = 0 กราฟระหว่างการกระจัดของอนุภาคบนเส้นเชือกกับระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ เป็นดังรูป ก ถ้าเขียนกราฟระหว่างการกระจัดของอนุภาคหนึ่งบนเส้นเชือกกับเวลา จะได้กราฟดังรูป ข อัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเป็นเท่าใด



3.4 การทดลองโดยใช้ถาดคลื่นที่มีน้ำ ลึกสม่ำเสมอ วัดความกว้างแถบสว่าง 5 แถบที่อยู่ติดกันของคลื่นต่อเนื่อง ระยะทาง 10 เซนติเมตร ถ้าคลื่นผิวน้ำ มีอัตราเร็ว 30 เซนติเมตรต่อวินาที จงหาความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่น

4.1 (O-NET49) เมื่อคลื่นเดินทางจากน้ำ ลึกตื้น น้ำตื้น ข้อใดต่อไปนี้เป็น

- 1. อัตราเร็วคลื่นในน้ำ ลึกน้อยกว่าอัตราเร็วคลื่นในน้ำ ตื้น
- 2. ความยาวคลื่นในน้ำ ลึกมากกว่าความยาวคลื่นในน้ำ ตื้น
- 3. ความถี่คลื่นในน้ำ ลึกมากกว่าความถี่คลื่นในน้ำ ตื้น
- 4. ความถี่คลื่นในน้ำ ลึกน้อยกว่าความถี่คลื่นในน้ำ ตื้น

4.2 (O-NET50) เมื่อคลื่นเคลื่อนจากตัวกลางที่หนึ่งไปตัวกลางที่สองโดยอัตราเร็วของคลื่นลดลง ถามว่า สำหรับคลื่นในตัวกลางที่สอง ข้อความใดถูกต้อง

- 1. ความถี่เพิ่มขึ้น
- 2. ความถี่ลดลง
- 3. ความยาวคลื่นมากขึ้น
- 4. ความยาวคลื่นลดลง

4.3 (O-NET50) ถ้ากระทุ่มน้ำ เป็นจังหวะสม่ำเสมอ ลูกปิงปองที่ลอยอยู่ห่างออกไปจะเคลื่อนที่อย่างไร

- 1. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ออกห่างไปมากขึ้น
- 2. ลูกปิงปองเคลื่อนที่เข้ามาหา
- 3. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ขึ้นลงอยู่ที่ตำแหน่งเดิม
- 4. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ไปด้านข้าง

4.4 (O-NET51) คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดต่อไปนี้ไม่เปลี่ยนแปลง

- 1. ความถี่
- 2. ความยาวคลื่น
- 3. อัตราเร็ว
- 4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

4.5 (O-NET53) ทำให้เกิดคลื่นบนเส้นเชือกที่ปลายทั้งสองด้านถูกขึงตึงพบว่ามีความถี่และความยาวคลื่นค่าหนึ่ง ถ้าทำให้ความถี่ในการสั่นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของความถี่เดิม ข้อใดถูกต้อง

1. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งเนื่องจากคลื่นเคลื่อนที่ในตัวกลางเดิม
2. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เนื่องจากปริมาณทั้งสองแปรผันตามกัน
3. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเท่าเดิม เนื่องจากคลื่นเกิดบนตัวกลางเดิม
4. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเท่าเดิม แต่อัตราเร็วของคลื่นเพิ่มเป็นสองเท่าตามสมการ $v = f\lambda$

4.6 (O-NET54) ลูกบอลลูกหนึ่งตกลงน้ำ และสั่นขึ้นลงหล่นขอบทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำ แพร่ออกไปเป็นรูปวงกลม เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาทีคลื่นน้ำแผ่ออกไปได้รัศมีสูงสุดประมาณ 20 เมตร โดยมีระยะระหว่างสันคลื่นเท่ากับ 2 เมตร จากข้อมูลดังกล่าว ลูกบอลสั่นขึ้นลงด้วยความถี่ประมาณเท่าใด

1. 0.5 Hz
2. 1.0 Hz
3. 2.0 Hz
4. 4.0 Hz

5.1 (มข.50) เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ ทำให้ผิวกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 600 รอบในเวลา 1 นาที ถ้าระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันวัดได้ เท่ากับ 30 เซนติเมตรจงคำนวณหาอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ

1. 3 เมตร/วินาที
2. 6 เมตร/วินาที
3. 9 เมตร/วินาที
4. 12 เมตร/วินาที

5.2 (มข.50) จากการทดลองคลื่นผิวน้ำในถาดคลื่น ถ้าปรับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ทำให้ปุ่มกำเนิดคลื่นสั่นด้วยความถี่ลดลงเป็น 0.5 เท่าของค่าเดิม ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามข้อใด

1. อัตราเร็วของคลื่นมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่าเดิม
2. อัตราเร็วของคลื่นมีค่าเป็นสองเท่าของค่าเดิม
3. ความยาวคลื่นเป็นครึ่งหนึ่งของค่าเดิม
4. ความยาวคลื่นเป็นสองเท่าของค่าเดิม

5.3 (มข.51) แหล่งกำเนิดสั่น 10 รอบ ในเวลา 5 วินาที และคลื่นมีความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที ถ้าขณะเวลาหนึ่งแหล่งกำเนิดคลื่นสั่นโดยมีการกระจัดมากที่สุด(อัมพลิจูด) อยากทราบว่าขณะนั้น ณ จุดซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2.5 เมตร อนุภาคของตัวกลางจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

1. มีการกระจัดเป็นศูนย์
2. มีการกระจัดเป็น $1/4$ เท่าของอัมพลิจูด
3. มีการกระจัดเป็น $1/2$ เท่าของอัมพลิจูด
4. มีการกระจัดมากที่สุด

5.4 (มข.51) คลื่นขบวนหนึ่งมีความถี่ 9 เฮิรตซ์ และมีระยะห่างสองจุดที่มีเฟสต่างกัน 6π เรเดียน เป็น 18 เมตร คลื่นขบวนนี้มีอัตราเร็วกี่เมตรต่อวินาที

1. 24 เมตรต่อวินาที
2. 27 เมตรต่อวินาที
3. 48 เมตรต่อวินาที
4. 54 เมตรต่อวินาที

5.5 (มข.52) ในทะเลที่ลมก่อนข้างราบเรียบมีคลื่นซัดเข้าหาชายฝั่งทั้งหมด 240 ลูก ในเวลา 2 นาทีระยะห่างตามแนวราบระหว่างท้องคลื่นและสันคลื่นเท่ากับ 50 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของคลื่นนี้

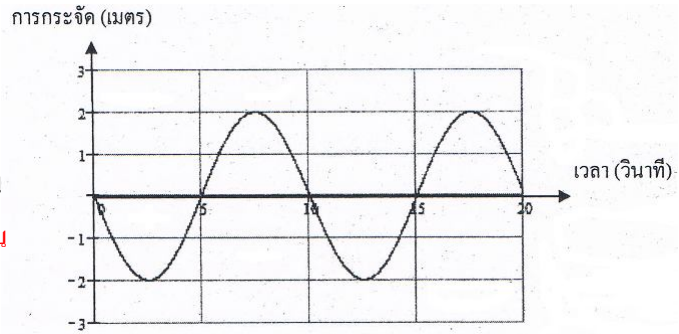
1. 0.5 เมตรต่อวินาที
2. 1.0 เมตรต่อวินาที
3. 2.0 เมตรต่อวินาที
4. 4.0 เมตรต่อวินาที

5.6 (มข.53) ในการทดลองของคลื่นนิ่งบนเส้นเชือก ถ้าคลื่นในเส้นเชือกมีความถี่ 720 เฮิรตซ์ และอัตราเร็ว 360 เมตร/วินาที ตำแหน่งบัพที่อยู่ติดกันจะห่างกันกี่เมตร

1. 0.25
2. 0.5
3. 1.0
4. 2.0

5.7 (มข.53) คลื่นกลมีการกระจัดที่เขียนเป็นกราฟกับเวลาได้ดังรูป คลื่นกลนี้มีแอมพลิจูดความถี่ และเฟสเริ่มต้นเป็นเท่าใด

1. 4 เมตร 10 เฮิรตซ์ และ 0 เรเดียน
2. 4 เมตร 0.1 เฮิรตซ์ และ 0 เรเดียน
3. 2 เมตร 10 เฮิรตซ์ และ π เรเดียน
4. 2 เมตร 0.1 เฮิรตซ์ และ π เรเดียน



5.8 (มข.54) คลื่นในทะเลซัดเข้าหาฝั่งด้วยอัตราเร็ว 3 เมตรต่อวินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 6 เมตร จะมีคลื่นเข้ากระทบฝั่งกี่ลูกในเวลา 1 นาที

1. 18 ลูก
2. 30 ลูก
3. 360 ลูก
4. 1080 ลูก

5.9 (มข.54) ในการทดลองคลื่นนิ่งบนเส้นเชือก ถ้าความถี่ของคลื่นนิ่งเป็น 475 เฮิรตซ์ และอัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเท่ากับ 380 เมตรต่อวินาที ตำแหน่งบัพสองตำแหน่งที่อยู่ติดกันจะห่างกันเท่าใด

1. 0.2 เมตร
2. 0.4 เมตร
3. 0.6 เมตร
4. 0.8 เมตร

9.3 การซ้อนทับกันของคลื่น (superposition of wave)

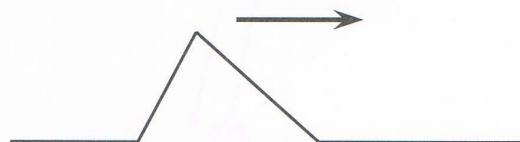
การซ้อนทับกันของคลื่นหรือการรวมกันของคลื่น เกิดขึ้นเมื่อคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันมี 2 ลักษณะ คือ

1. การรวมกันแบบเสริมกัน เกิดขึ้นเมื่อคลื่นสองคลื่นที่มีการกระจัดไปทางทิศเดียวกันเคลื่อนที่มาพบกัน เช่น สันคลื่นกับสันคลื่น หรือท้องคลื่นกับท้องคลื่น โดยการกระจัดรวมหาได้จากผลบวกของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง ณ ตำแหน่งและเวลานั้นๆ เมื่อคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันไปแล้ว **ผล** แต่ละคลื่นจะยังคงมีลักษณะเหมือนเดิม

2. การรวมกันแบบหักล้าง เกิดเมื่อคลื่นสองคลื่นที่มีการกระจัดไปทางทิศตรงกันข้าม เช่น สันคลื่นกับท้องคลื่น โดยการกระจัดรวมหาได้จากผลต่างของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง ณ ตำแหน่งและเวลานั้นๆ

แบบฝึกหัดที่ 9.3 คลื่นผิวน้ำ

1.1 รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะของคลื่นที่ไปทางขวามือ จงเขียนคลื่นอีกคลื่นหนึ่งที่สามารถหักล้างคลื่นนี้ ในเวลาหนึ่งได้หมดพอดี

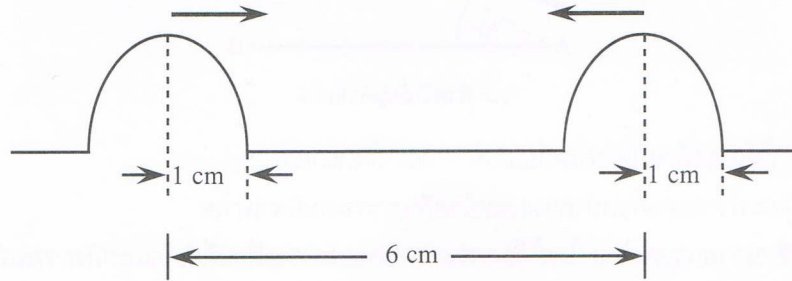


1.2 จงเขียนรูปร่างของคลื่นซึ่งเกิดการซ้อนทับของคลื่นที่เคลื่อนเข้าหากันดังต่อไปนี้ ทุกๆวินาทีเป็นเวลา 1 วินาที กำหนดให้อัตราเร็วของคลื่นเท่ากับ 1 เซนติเมตรต่อวินาที

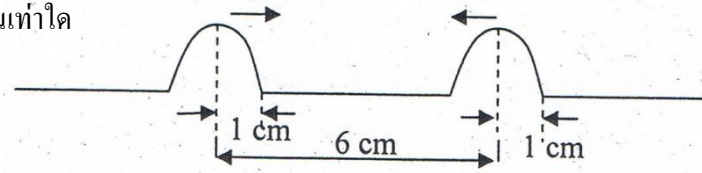


1.3 หลักการซ้อนทับใช้อธิบายปรากฏการณ์คลื่นใดได้บ้าง

2.1 คลื่นคอสองคลื่นในเส้นเชือก กำลังเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 2 เซนติเมตรต่อวินาที ณ เวลาขณะหนึ่ง คลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน 6 เซนติเมตร ดังรูป เมื่อเวลาผ่านไป 2.5 วินาที คลื่นทั้งสองอยู่ห่างกันเท่าใด



3.1 (มข.54) คลื่นคอสองคลื่นในเส้นเชือก กำลังเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 2 เซนติเมตรต่อวินาที ณ เวลาขณะหนึ่ง คลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน 6 เซนติเมตร ดังรูป เมื่อเวลาผ่านไป 2.5 วินาที ตำแหน่งสันคลื่นทั้งสองอยู่ห่างกันเท่าใด



1. 2 เซนติเมตร 2. 3 เซนติเมตร 3. 4 เซนติเมตร 4. 5 เซนติเมตร

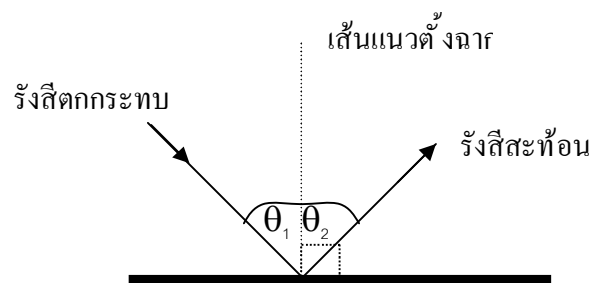
9.4 สมบัติของคลื่น

การที่เราจะตัดสินว่าการเคลื่อนที่แบบใดแบบหนึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบคลื่นหรือไม่นั้น ต้องพิจารณาจากสมบัติของคลื่น 4 ประการ ดังนี้

1. การสะท้อน (Reflection)
2. การหักเห (Refraction)
3. การแทรกสอด (Interference)
4. การเลี้ยวเบน (Diffraction)

สมบัติการสะท้อนและการหักเหเป็นสมบัติร่วมของคลื่นและอนุภาคสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนเป็นสมบัติเฉพาะของคลื่น

การสะท้อนของคลื่น (Reflection)



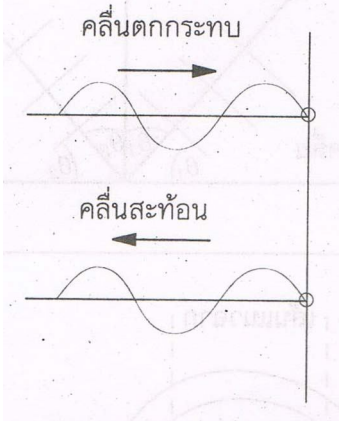
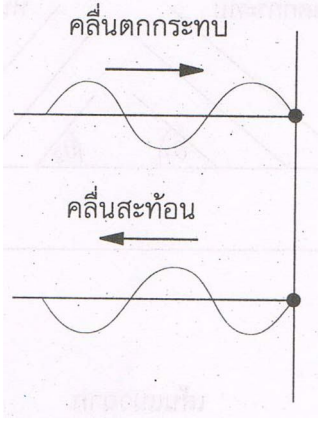
กฎการสะท้อนมี 2 ข้อ คือ

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และแนวตั้งฉาก ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน ($\theta_1 = \theta_2$)

สรุปลักษณะของคลื่นสะท้อน

1. จุดสะท้อนตรึงแน่น คลื่นสะท้อนมีลักษณะตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบคือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นท้องคลื่น หรือเข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นสันคลื่น ดังนั้นเฟสเปลี่ยน 180° (เฟสตรงข้ามกัน)
2. จุดสะท้อนอิสระ คลื่นสะท้อนมีลักษณะเหมือนคลื่นตกกระทบ คือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นสันคลื่น หรือเข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นท้องคลื่น ดังนั้นเฟสไม่เปลี่ยนเฟสตรงกัน

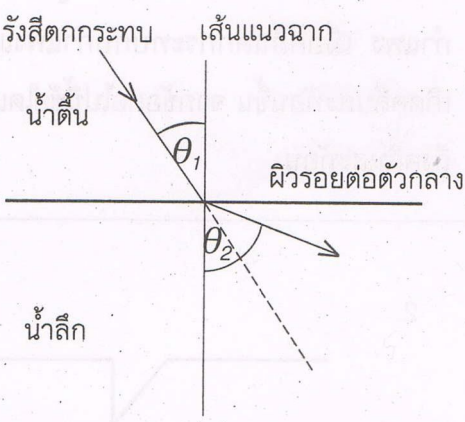
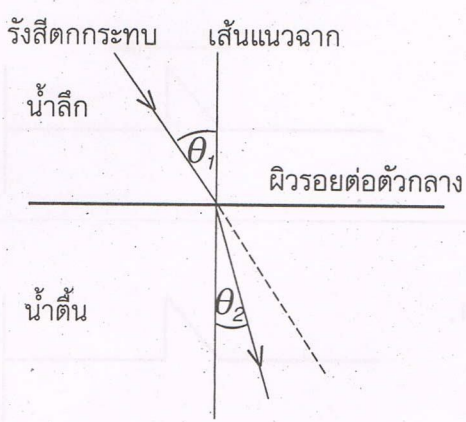
การสะท้อนในเส้นเชือก มี 2 แบบ คือ

1. สะท้อนปลายอิสระ	2. สะท้อนปลายตรึงแน่น
	
คลื่นสะท้อนออกมาเฟสตรงกัน (รูปร่างเหมือนเดิม) ความต่างเฟส 0°	คลื่นสะท้อนออกมาเฟสตรงข้ามกัน (รูปร่างตรงข้าม) ความต่างเฟส 180°

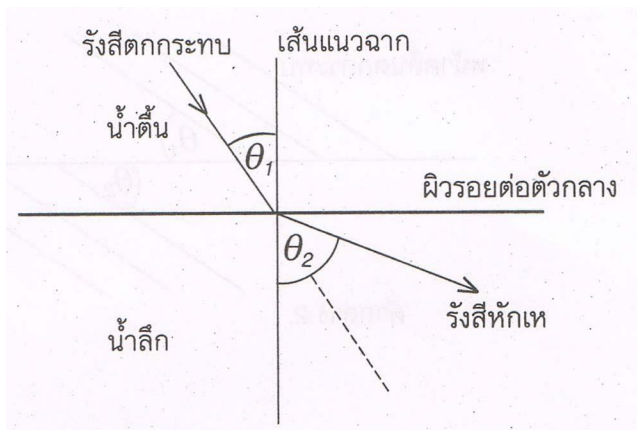
การหักเหของคลื่น (Refraction)

การหักเห คือ การที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน เช่น น้ำลึกกับน้ำตื้น ทำให้ทิศทางของคลื่นเปลี่ยนไปและมีความเร็วกับความยาวคลื่นเปลี่ยนไป แต่ความถี่คงที่เสมอ

ลักษณะของการหักเห มี 2 แบบ คือ

1. การหักเหออก	2. การหักเหเข้า
	
คลื่นเดินทางจากน้ำตื้นไปน้ำลึก รังสีคลื่นจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก	คลื่นเดินทางจากน้ำลึกไปน้ำตื้น รังสีคลื่นจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก

การหักเหอธิบายโดยใช้กฎของสเนล

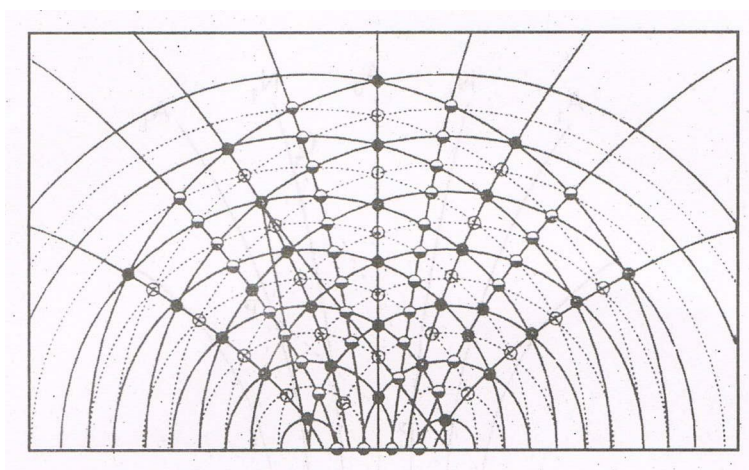


$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n$$

เมื่อ n เป็นดัชนีหักเหของน้ำ ต้นเทียบกับน้ำ ลึกและจะได้ว่า

ตัวกลาง	v	λ
น้ำ ต้น	น้อย	น้อย
น้ำ ลึก	มาก	มาก

การแทรกสอดของคลื่น (Interference)

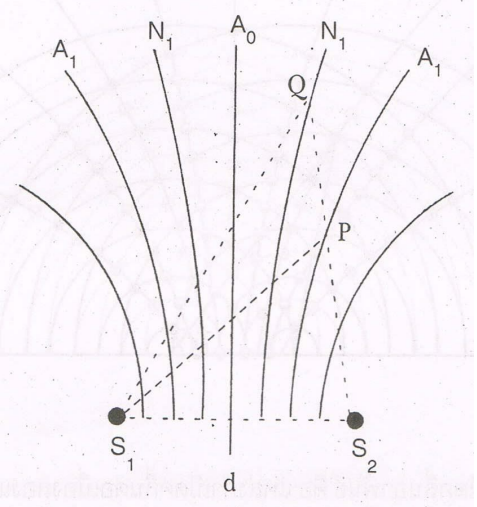
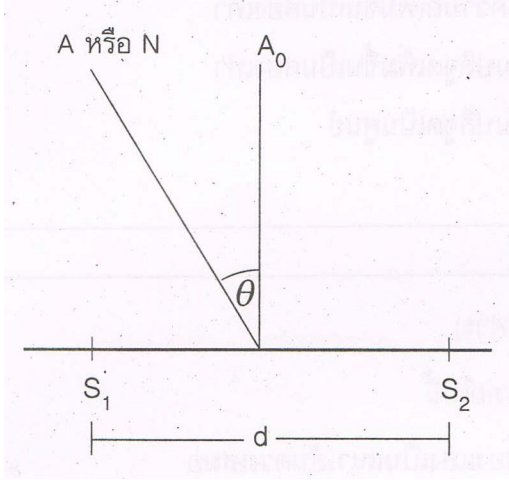


รูปการแทรกสอดของคลื่นน้ำ

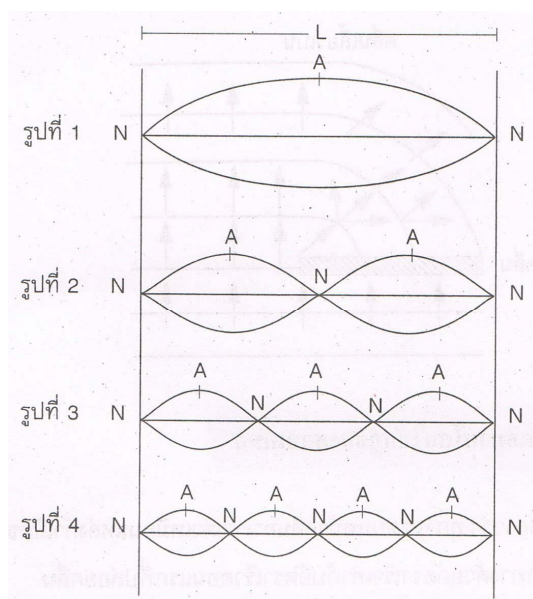
นิยามเกี่ยวกับการแทรกสอด

1. การแทรกสอด คือ เมื่อมีคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่น เคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการรวมกันแบบเสริม หรือหักล้าง
2. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ (Coherent Source) คือแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน มีเฟสต่างกันคงที่ หรือมีเฟสตรงกัน
3. การแทรกสอดแบบเสริม คือ สันคลื่นเจอสันคลื่น หรือท้องคลื่นเจอท้องคลื่นเรียกแนวปฏิบัติ (A)
4. การแทรกสอดแบบหักล้าง คือ สันคลื่นเจอท้องคลื่นเรียกแนวปฏิบัติ (N)
5. แนวปฏิบัติ น้ำ กระเพื่อมมาก แนวปฏิบัติ น้ำ กระเพื่อมน้อย

การคำนวณเรื่องการแทรกสอด

เมื่อโจทย์บอกผลต่างระยะทาง	เมื่อโจทย์บอกมุมที่เบนจากแนวกลาง
	
สูตร การรวมแบบเสริม (แนวปฏิบัติ) จุด P $ S_1P - S_2P = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, \dots$	สูตร การรวมแบบเสริม (แนวปฏิบัติ = A) $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, \dots$
สูตร การรวมกันแบบหักล้าง (แนวปฏิบัติ) จุด Q $ S_1Q - S_2Q = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$	สูตร การรวมแบบหักล้าง (แนวปฏิบัติ = N) $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$

คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์แทรกสอดชนิดหนึ่งที่เกิดจากคลื่นสองขบวนที่มีแอมพลิจูด ความถี่และความยาวคลื่นเท่ากันเคลื่อนที่สวนทางกัน คลื่นนิ่งมีลักษณะเป็นloop ส่วนที่กว้างมากที่สุดเรียกว่า Antinode (ปฏิบัติ) ส่วนนี้มีขนาดไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา แสดงว่าคลื่นนิ่งนั้นเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ตลอดเวลา ส่วนตำแหน่งที่มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุดเรียกว่า Node ปฏิบัติ



- หลักการ**
1. ระยะห่างจาก A ถึง A = $\frac{\lambda}{2}$
 2. ระยะห่างจาก N ถึง N = $\frac{\lambda}{2}$
 3. ระยะห่างจาก A ถึง N = $\frac{\lambda}{4}$

ถ้าเกิดทั้งหมด n loop จะได้

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

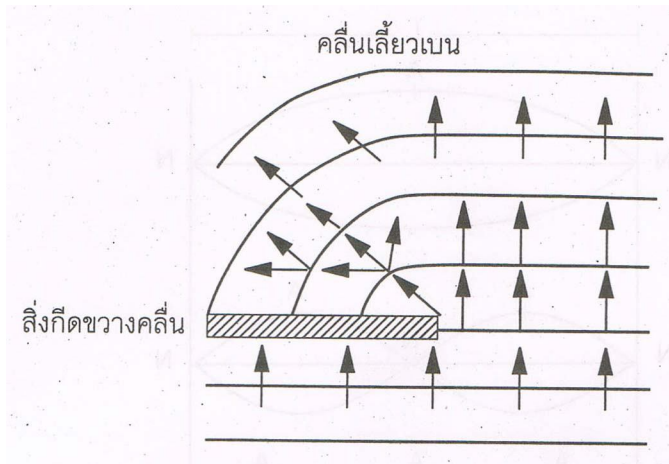
$$L = \frac{nv}{2f}$$

กำหนดให้ L = ความยาวเชือก (m)

n = จำนวน loop

λ = ความยาวคลื่น (m)

การเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction)



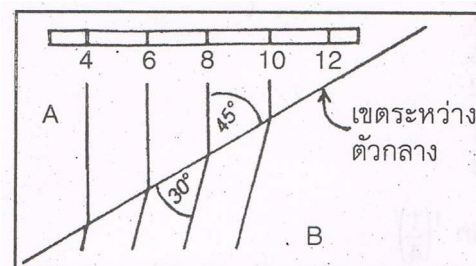
การเลี้ยวเบนอธิบายโดยใช้กฎของฮอยเกนส์

หลักของฮอยเกนส์กล่าวว่า “แต่ละจุดบนหน้าคลื่น กระทำตัวเหมือนแหล่งกำเนิดของคลื่นอันใหม่จะกระจายคลื่นทุกทิศทุกทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วตอนแรกที่ปล่อยคลื่น

การเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยว	การเลี้ยวเบนผ่านช่องคู่
1. จะเลี้ยวเบนได้ก็ต่อเมื่อ $\lambda \geq d$	1. จะเลี้ยวเบนปล่อยคลื่นออกมาเหมือนการแทรกสอด
2. จะเกิดแนวบัพหลังสิ่งกีดขวาง	2. การเลี้ยวเบนจะเกิดการแทรกสอดเสมอ
3. จะเกิดการแทรกสอดขึ้น	
4. ถ้าช่องกว้าง $d < \lambda$	

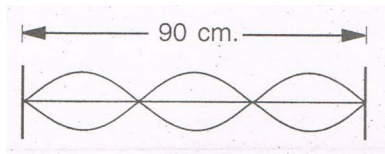
แบบฝึกหัดที่ 9.4 สมบัติของคลื่น

- 1.1 (มข.) เชือกเส้นหนึ่งมีปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเสาเมื่อสร้างคลื่นคลจากปลายอีกข้างหนึ่งเข้ามากระทบจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้น คลื่นสะท้อนนี้มีเฟสเปลี่ยนไปกี่องศา
- 1.2 (Ent.) เมื่อคลื่นแนวตรงเคลื่อนที่จากบริเวณ A ไปสู่บริเวณ B ในถาดคลื่น ทำให้เกิดการหักเหของคลื่นปรากฏดังรูป ซึ่งมีไม้สเกลเซนติเมตรวางเทียบอยู่ ถ้าคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดซึ่งมีความถี่ 9 เฮิรตซ์หาอัตราเร็วของคลื่นน้ำที่บริเวณ B ($9\sqrt{2}$ เซนติเมตร/วินาที)

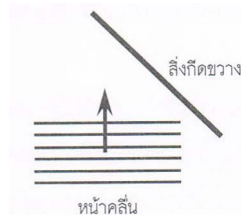


- 1.3 แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งให้เฟสตรงกัน ห่างกัน 6 cm. ปรากฏว่าแนวเสริมกันครั้งแรกเบนออกจากแนวกลาง 30 องศา จงหาความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง
- 1.4 คลื่นนิ่งมีระยะห่างของบัพที่ติดกัน 10 cm ถ้าอัตราเร็วของคลื่น 160 cm/s ความถี่ของแหล่งกำเนิดคลื่นนี้เป็นเท่าใด
- 1.5 คลื่นนิ่งมีระยะห่างของปฏิบัพที่ติดกัน 4 cm ถ้าอัตราเร็วของคลื่น 200 cm/s ความถี่ของแหล่งกำเนิดคลื่นนี้เป็นเท่าใด

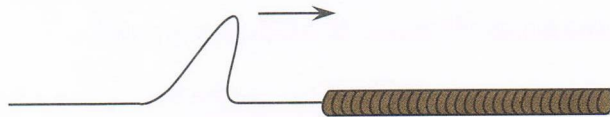
- 1.6 (Ent.) จากรูปเป็นคลื่นนิ่งในเส้นเชือกที่มีปลายทั้งสองยึดแน่นไว้ ถ้าเส้นเชือกยาว 90 เซนติเมตร และความเร็วคลื่นในเส้นเชือกขณะนั้นเท่ากับ 2.4×10^2 เมตร/วินาที จงหาความถี่ของคลื่น



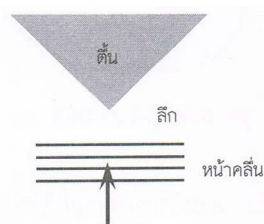
- 1.7 คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ 10 cm ถ้าคลื่นมีความเร็ว 200 m/s จงหาความถี่ของคลื่น
- 1.8 ในการทดลองคลื่นนิ่งบนเส้นเชือก ถ้าความถี่ของคลื่นนิ่งเป็น 700 เฮิรตซ์ และอัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที ตำแหน่งบัพสองตำแหน่งที่อยู่ติดกันจะห่างกันเท่าใด
- 2.1 คลื่นต่อเนื่องเส้นตรงเคลื่อนที่เข้าสู่สิ่งกีดขวางดังรูป จงเขียนรูปแสดงหน้าคลื่นที่กำลังสะท้อนและหลังสะท้อนแล้ว



- 2.2 เมื่อคลื่นต่อเนื่องเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดต่อไปนี้ คงเดิมหรือเปลี่ยนแปลง แอมพลิจูด ความยาวคลื่น ความถี่และอัตราเร็วคลื่น
- 2.3 คลื่นคลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่จากเส้นเชือกเบาไปสู่เส้นเชือกหนักดังรูป เมื่อคลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่ถึงรอยต่อระหว่างเส้นเชือกทั้งสอง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงใดบ้าง เพราะเหตุใด

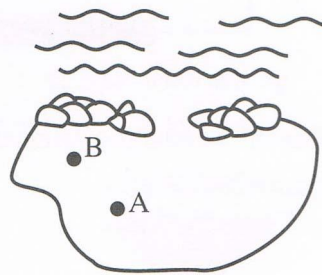


- 2.4 หน้าคลื่นของคลื่นต่อเนื่องเส้นตรงกำลังเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้นเข้าสู่บริเวณน้ำตื้นดังรูป จงเขียนแสดงหน้าคลื่นตกกระทบและหน้าคลื่นหักเห

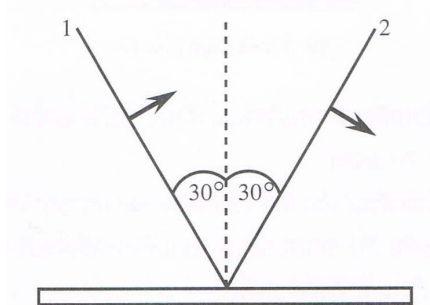


- 2.5 แหล่งกำเนิดอาพันธ์สองแหล่งที่มีเฟสตรงกันสร้างคลื่นผิวน้ำที่มีความยาวคลื่น 3 เซนติเมตร ณ ตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง 18 เซนติเมตร และ 21 เซนติเมตร จะเกิดการแทรกสอดเป็นบัพ หรือ ปฏิบัพ
- 2.6 แหล่งกำเนิดอาพันธ์สองแหล่งเฟสตรงกันอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร สร้างคลื่นผิวน้ำที่มีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จงเขียนภาพการแทรกสอดที่เกิดขึ้น และเขียนเส้นบัพที่เกิดขึ้นทั้งหมด
- 2.7 คลื่นในเส้นเชือกความยาวคลื่น 10 เซนติเมตร เคลื่อนที่ไปอีกปลายหนึ่งที่ยึดแน่น ถ้าเส้นเชือกยาว 20 เซนติเมตร จะเกิดคลื่นนิ่งมีบัพและปฏิบัพเท่าใด
- 2.8 ปุ่มกำเนิดคลื่นสองปุ่มของถาดคลื่นทำให้เกิดคลื่นที่มีความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร ถ้าปุ่มทั้งสองอยู่ห่างกัน 3 เซนติเมตร จะมีเส้นบัพเกิดขึ้นระหว่างปุ่มทั้งสองกี่เส้น

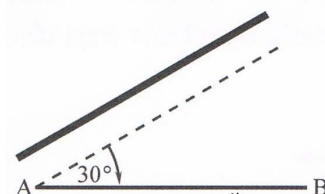
- 2.9 คลื่นต่อเนื่องหน้าตรงในถาดคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาช่องเปิด จงเขียนภาพการเลี้ยวเบนที่เกิดขึ้นเมื่อปรับ
- ความกว้างของช่องเปิดให้มีค่าเพิ่มขึ้น (ความยาวคลื่นคงตัว)
 - ความยาวคลื่นของคลื่นหน้าตรงให้มีค่าลดลง (ความกว้างของช่องเปิดคงตัว)
- 2.10 ถ้าคลื่นผิวน้ำ มีความยาวคลื่นมากกว่าความกว้างของช่องเปิด 1 ช่อง การเลี้ยวเบนของคลื่นนี้จะแตกต่างกับคลื่นผิวน้ำที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่าความกว้างของช่องเปิด 1 ช่อง อย่างไร
- 2.11 ทำเรือแห่งหนึ่งมีแนวกำแพงหินซึ่งมีช่องเปิดตรงกลาง ดังรูป ในวันที่พบคลื่นแรง เจ้าของเรือจะนำเรือไปจอดหลังกำแพงหิน
- เหตุใด เจ้าของเรือจึงไม่จอดเรือในทะเล
 - เจ้าของเรือที่นำเรือไปจอดหลังกำแพงหินสังเกตว่า ถ้านำเรือไปจอดที่ตำแหน่ง A เรือจะไม่โคลงมากเท่าที่ตำแหน่ง B จงอธิบายเหตุการณ์นี้



- 2.12 ปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการใด
- 2.13 การเลี้ยวเบนของคลื่นเมื่อผ่านช่องเปิดที่แคบกว่าความยาวคลื่น จะมีแนวบัพเกิดขึ้นหรือไม่เพราะเหตุใด
- 2.14 การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนจำเป็นต้องเกิดขึ้นพร้อมกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 3.1 เส้น 1 และเส้น 2 แสดงหน้าคลื่นของคลื่นสองคลื่น และลูกศรแทนทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นทั้งสองนั้น
- หมายเลขใด เป็นหน้าคลื่นของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อน
 - มุมตกกระทบมีค่าเท่าใด



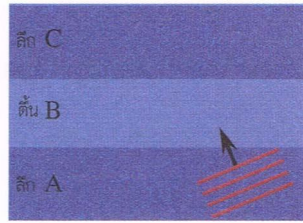
- 3.2 เส้นตรง AB แทนคานำเน็ดคลื่นเส้นตรงของถาดคลื่น P เป็นแผ่นกั้นหน้า ดังรูป



ถ้าคาน AB ทำให้เกิดคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นกั้นหน้าตรง

- มุมระหว่างแผ่นกั้นหน้าตรงและหน้าคลื่นตกกระทบมีค่าเท่าใด
- เขียนภาพสะท้อน โดยใช้ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ก่อนและหลังการสะท้อนของคลื่น
- มุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีค่าเป็นเท่าใด

- 3.3 คลื่นต่อเนื่องหน้าตรงแผ่จากบริเวณน้ำลึก A เข้าสู่บริเวณน้ำตื้น B และบริเวณน้ำลึก C ที่ลึกเท่ากับ A ดังรูป ถ้ารอยต่อระหว่าง A และ B และรอยต่อระหว่าง B และ C ขนานกัน จงเขียนรูปเพื่อแสดงว่าคลื่น ใน A และ C มีหน้าคลื่นขนานกัน



- 3.4 คลื่นผิวน้ำ ถาดคลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้นเข้าสู่บริเวณน้ำลึก โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับ 30 องศา และมุมหักเหเท่ากับ 70 องศา

ก. ถ้าความยาวคลื่นในน้ำตื้นเท่ากับ 0.6 เซนติเมตร จงหาความยาวคลื่นในน้ำลึกในหน่วยเซนติเมตร

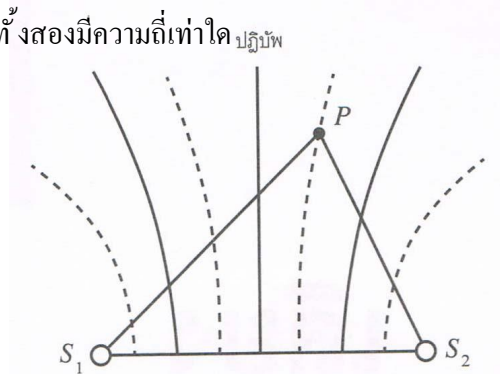
ข. ถ้าถาดกำเนิดคลื่นสั่น 50 รอบต่อวินาที ความถี่ของคลื่นในบริเวณน้ำลึกมีค่าเท่าใด

ค. อัตราเร็วคลื่นในบริเวณน้ำลึกมีค่าเท่าใด

- 3.5 ในการศึกษาคลื่นผิวน้ำในถาดคลื่น โดยให้คลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปบริเวณน้ำตื้น พบว่าระยะระหว่างหน้าคลื่นที่ติดกันในน้ำลึกและในน้ำตื้นเท่ากับ 5 และ 1.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าหน้าคลื่นในบริเวณน้ำตื้นทำมุม 5 องศากับรอยต่อของลึกและน้ำตื้น มุมระหว่างหน้าคลื่นในน้ำลึกกับรอยต่อของน้ำลึกและน้ำตื้นเป็นเท่าใด

- 3.6 ถ้ามุมตกกระทบ θ_1 ในรูป 9.44 เปลี่ยนไป มุมหักเห θ_2 จะเปลี่ยนไปด้วย จงพิสูจน์ว่า $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ มีค่าคงตัว

- 3.7 จากรูปแสดงภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ S_1 และ S_2 มี P เป็นจุดบนเส้นบัพ ถ้า S_1P เท่ากับ 10 เซนติเมตรและ S_2P เท่ากับ 7 เซนติเมตร อัตราเร็วของคลื่นทั้งสองเท่ากับ 30 เซนติเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองมีความถี่เท่าใด

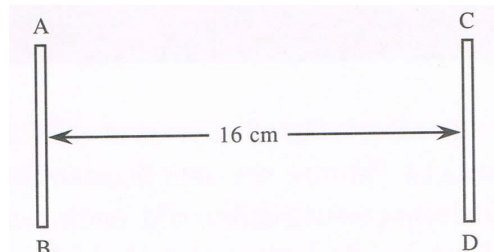


- 3.8 แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์เฟสตรงกันสองแหล่งห่างกัน 6 เซนติเมตร ทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำที่มีความถี่เท่ากันและมีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จงหาว่าบนเส้นตรงที่เชื่อมต่อยุ่ระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง คลื่นรวมที่เกิดจากการแทรกสอดมีบัพกี่ตำแหน่ง

- 3.9 AB และ CD เป็นคานกำเนิดคลื่นหน้าตรงของถาดคลื่นที่ขนานกันและอยู่ห่างกัน 16 เซนติเมตร คานทั้งสองให้คลื่นผิวน้ำที่มีเฟสตรงกันและมีความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร ถ้าเกิดคลื่นนิ่งระหว่าง AB และ CD

ก. จงหาจำนวนบัพที่เกิดระหว่าง AB และ CD และบัพที่อยู่ติดกันห่างกันเท่าใด

ข. ถ้าฉายแสงสว่างเหนือถาดคลื่นจะมีแถบสว่างทั้งหมดกี่แถบที่เกิดขึ้นระหว่าง AB และ CD บนฉากได้ถาดคลื่น



3.10 ในการทดลองคลื่นนิ่งบนเส้นเชือก ถ้าความถี่ของคลื่นนิ่งเป็น 475 เฮิรตซ์ และอัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเท่ากับ 380 เมตรต่อวินาที ตำแหน่งบัพสองตำแหน่งที่อยู่ติดกันจะห่างกันเท่าใด

4.1 (O-NET53) ในการทดลองเพื่อสังเกตผลของสิ่งกีดขวางเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านเป็นการศึกษาสมบัติตามข้อใดของคลื่น

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

5.1 (มข.50) ข้อใดเป็นหลักของฮอยเกนส์

1. เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อนจะได้ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
2. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่
3. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นเดียวกันจะมีเฟสเหมือนกัน
4. ถูกทั้งข้อ 2. และข้อ 3.

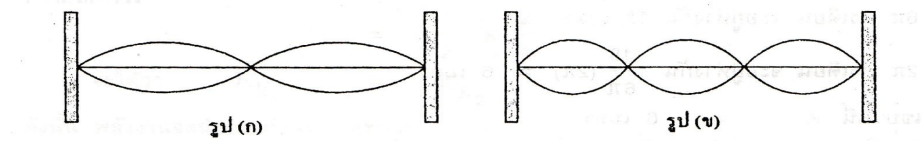
5.2 (มข.51) คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้นสู่บริเวณน้ำลึก โดยทำมุมตกกระทบ 37° และมีมุมหักเห 53° ถ้าวัดความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น 3.0 เซนติเมตร จงหาความยาวคลื่นของคลื่นน้ำในบริเวณน้ำลึก

กำหนดให้ $\tan 37^\circ = 3/4$

1. 2.0 เซนติเมตร
2. 3.0 เซนติเมตร
3. 4.0 เซนติเมตร
4. 5.0 เซนติเมตร

5.3 (มข.51) แหล่งกำเนิดคลื่นทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือกยาว 30 เซนติเมตร ที่ตรึงปลายทั้งสองข้างไว้ เมื่อใช้แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ 40 เฮิรตซ์จะเกิดคลื่นนิ่งดังที่แสดงในรูป(ก) ถ้าต้องการทำให้เกิดคลื่นนิ่งดังที่แสดงในรูป(ข) โดยอัตราเร็วคลื่นในเส้นเชือกคงเดิมจะต้องใช้แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่าไร

1. 20 เฮิรตซ์
2. 30 เฮิรตซ์
3. 50 เฮิรตซ์
4. 60 เฮิรตซ์



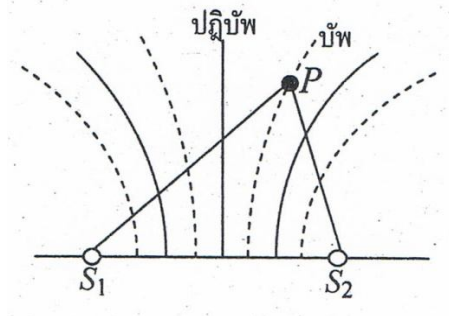
5.4 (มข.52) คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบเดี่ยวที่ความกว้างของช่องแคบมากกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการเลี้ยวเบนเพียงอย่างเดียว
2. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบเดี่ยวที่ความกว้างของช่องแคบน้อยกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการเลี้ยวเบนเพียงอย่างเดียว
3. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบคู่ที่ความกว้างของช่องแคบแต่ละช่องมากกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการแทรกสอดเพียงอย่างเดียว
4. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบคู่ที่ความกว้างของช่องแคบแต่ละช่องน้อยกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการเลี้ยวเบนเพียงอย่างเดียว

5.5 (มข.55) คลื่นน้ำลึกมีอัตราเร็ว 20 cm/s ความยาวคลื่น 1.5 cm หน้าคลื่นขนานกับแนวรอยต่อน้ำตื้น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าบริเวณน้ำตื้นจะมีอัตราเร็ว 5m/s คลื่นนี้จะมีทิศทางเปลี่ยนไปจากแนวเดิมกี่องศา

1. $\sin^{-1}(0)$
2. $\sin^{-1}(0.25)$
3. $\sin^{-1}(1.5)$
4. $\sin^{-1}(4)$

- 5.6 (มข.54) จากรูป แสดงภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอิสระ S_1 และ S_2 มี P เป็นจุดบนเส้นบัพ ถ้า S_1P เท่ากับ 10 เซนติเมตรและ S_2P เท่ากับ 7 เซนติเมตร ถ้าอัตราเร็วของคลื่นทั้งสองเท่ากับ 30 เซนติเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองมีความถี่เท่าใด



1. 3 เฮิรตซ์ 2. 4 เฮิรตซ์ 3. 5 เฮิรตซ์ 4. 6 เฮิรตซ์

- 5.7 (มข.55) แหล่งกำเนิดคลื่นอิสระ S_1 และ S_2 ทำให้เกิดการแทรกสอดของคลื่น โดยที่จุด A อยู่บนท้องคลื่นลำดับที่ 3 ของ S_1 และอยู่บนท้องคลื่นลำดับที่ 5 ของ S_2 ถ้าจุด A อยู่ห่างจาก S_1 และ S_2 เท่ากับ 6.0 และ 9.0 cm ตามลำดับ และคลื่นมีอัตราเร็ว 0.21 m/s จงคำนวณหาความถี่ของคลื่น

1. 0.14 Hz 2. 1.5 Hz 3. 14 Hz 4. 31.5 Hz

- 5.8 (มข.55) ในการทดลองการเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือกยาว 2 m นับจำนวนบัพได้ 3 บัพ และคลื่นมีอัตราเร็ว 380 m/s จงคำนวณหาความถี่ฮาร์โมนิกที่ 5

1. 95 Hz 2. 190 Hz 3. 285 Hz 4. 475 Hz

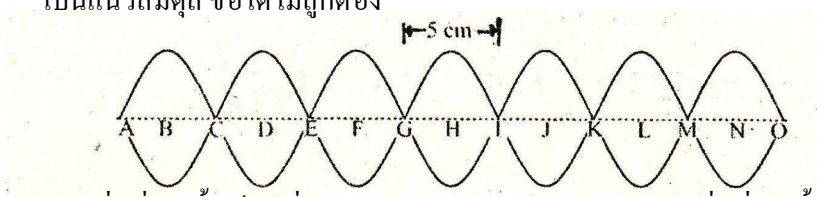
- 5.9 แหล่งกำเนิดคลื่นอิสระสองแหล่งห่างกัน 6 เซนติเมตร ทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำที่มีความถี่เท่ากันและความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จงหาว่าเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง คลื่นรวมที่เกิดจากการแทรกสอดมีปฏิกิริยาที่ตำแหน่ง(มข.55)

1. 3 2. 4 3. 6 4. 7

- 5.10 หยดน้ำจากหลอดหยดลงบนพื้นน้ำในภาควัสดุด้วยอัตราคงที่ ทำให้เกิดคลื่นที่มีความยาวคลื่น 1.5 เซนติเมตรและความเร็วคลื่นมีขนาดเป็น 50 เซนติเมตรต่อวินาที แต่ถ้าทำการเคลื่อนหลอดหยดด้วยอัตราเร็วคงที่ปรากฏว่าผู้สังเกตวัดความยาวคลื่นปรากฏได้เพียง 1.2 เซนติเมตร จงหาว่าหลอดหยดเคลื่อนที่ด้วยอัตราเท่าใด (มข.55)

1. 10 เซนติเมตรต่อวินาที 2. 15 เซนติเมตรต่อวินาที
3. 20 เซนติเมตรต่อวินาที 4. 25 เซนติเมตรต่อวินาที

- 5.11 (มข.56) เมื่อทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่องบนเส้นเชือกที่ปลาย O ตรึงแน่นอยู่กับที่แล้วได้คลื่นดังรูป โดยสันประจะเป็นแนวสมมูล ข้อใดไม่ถูกต้อง



1. คลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นตามขวาง 2. คลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นกล
3. คลื่นที่เกิดขึ้นมีความยาวคลื่นเป็น 5 cm 4. คลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นนิ่ง