

บทที่ 9 คลื่นกล

9.1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

คลื่น (wave) คือ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนตัวกลางเนื่องจากการรบกวนจากภายนอก เช่น การสั่นของน้ำ การสั่นของเส้นเชือก แล้วมีการส่งผ่านพลังงานผ่านตัวกลางโดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปด้วยแต่ตัวที่เคลื่อนที่ไป 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 คลื่นที่มีทิศเคลื่อนที่กับทิศตัวกลางตั้งฉากกันเวลาเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ คลื่นเชือก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น

1.2 คลื่นตามยาว คือ คลื่นที่มีทิศเคลื่อนที่กับทิศตัวกลางขนานกันเวลาเคลื่อนที่ เช่น 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 คลื่นตล คือ คลื่นที่ส่งออกมาจากแหล่งกำเนิดโดยการรบกวน หนึ่งหรือสองครั้ง เกิดคลื่นแค่ลูกเดียว หรือสองลูก คลื่นตลจะเกิดในระยะเวลาสั้น ๆ

3.2 คลื่นต่อเนื่อง คือ คลื่นที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดโดยการรบกวนหลาย ๆ ครั้ง อย่างต่อเนื่อง คลื่นต่อเนื่องจะเกิดขึ้นในระยะเวลายาว

9.2 คลื่นผิวหน้า

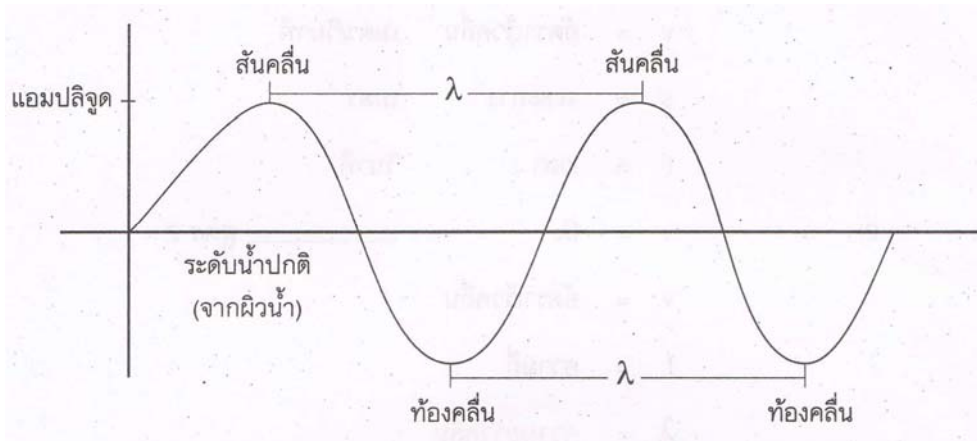
เนื่องจากคลื่นโดยทั่วไปเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดโดยอนุภาคของตัวกลางสั่นแบบกลับไปกลับมา ดังนั้นลักษณะของคลื่นชนิดต่าง ๆ จึงเขียนแทนด้วยกราฟของค่า sine หรือ cosine

สิ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับคลื่น

สมการทั่วไปของคลื่น การกระจัด

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

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 ระยะจากสันคลื่นหนึ่งถึงสันคลื่นของลูกถัดไป ระยะจากท้องคลื่นถึงท้องคลื่นของลูกถัดไป

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

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

8. คาบ (T) หมายถึงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 รอบ หรือเคลื่อนที่เป็นระยะทางหนึ่งความยาวคลื่น มีหน่วยเป็นวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความถี่

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

9. อัตราเร็วคลื่นและอัตราเร็วเฟส (v) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

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

$$v = \lambda f$$

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 900 รอบต่อวินาที ระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 30 cm. จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่ผิวน้ำ

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 800 รอบต่อวินาที ระยะระหว่างท้องคลื่นที่ติดกันวัดได้ 20 cm. จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่ผิวน้ำ

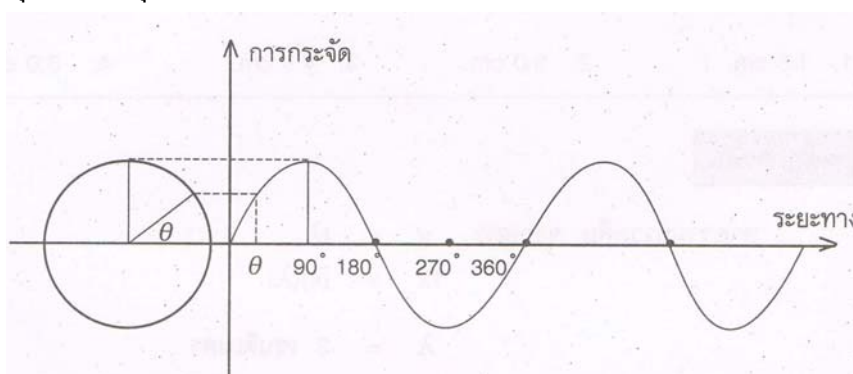
ตัวอย่างที่ 3 คลื่นน้ำเคลื่อนที่เข้ากระทบฝั่งนับได้ 15 ลูก คลื่นทุก ๆ 10 วินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 3 เมตร คลื่นน้ำมีความเร็วเท่าไร

ตัวอย่างที่ 4 (มข.) เมื่อเรากระทุ้งน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 3 ครั้งต่อวินาที แล้วจับเวลาที่คลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปกระทบขอบสระอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ห่างออกไป 45 เมตร พบว่าใช้เวลา 3 วินาที ความยาวคลื่นของผิวน้ำนี้เท่ากับกี่เมตร (5 เมตร)

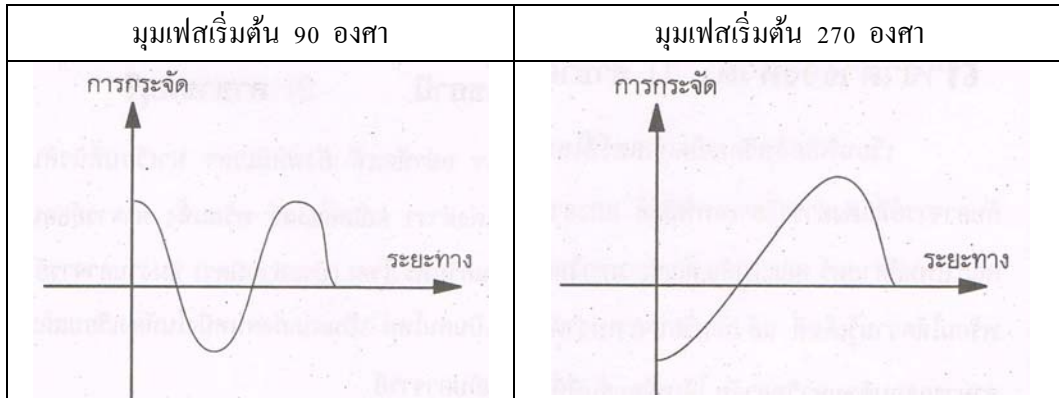
ตัวอย่างที่ 5 (มข.) เมื่อสังเกตคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ พบว่าผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลง 600 รอบใน 1 นาที และระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 20 เซนติเมตร จงหาว่าเมื่อสังเกตคลื่นลูกหนึ่งเคลื่อนที่ไปใน 1 นาที จะได้ระยะทางกี่เมตร (120 เมตร)

มุมเฟส

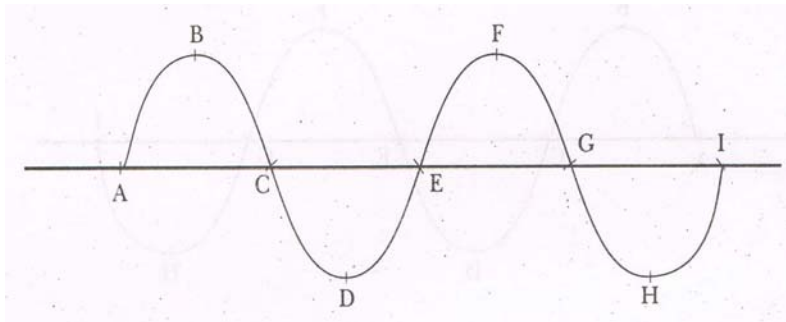
มุมเฟส คือ มุมที่ใช้เรียกตำแหน่งใด ๆ บนคลื่น โดยวัดเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



ตัวอย่างการหามุมเฟสเริ่มต้น

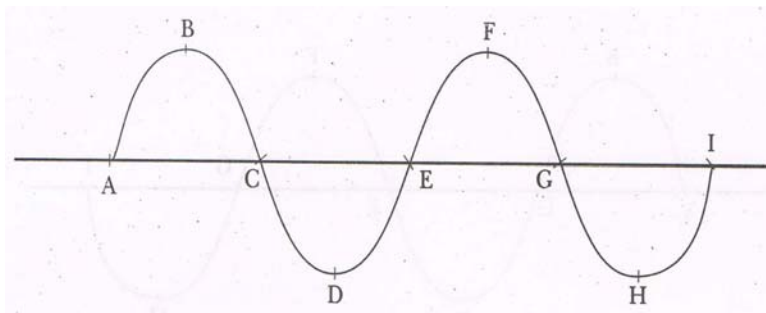


เฟสตรงกัน คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดเท่ากันและสั้นในทิศทางเดียวกัน (ความต่างเฟส 0 องศา)



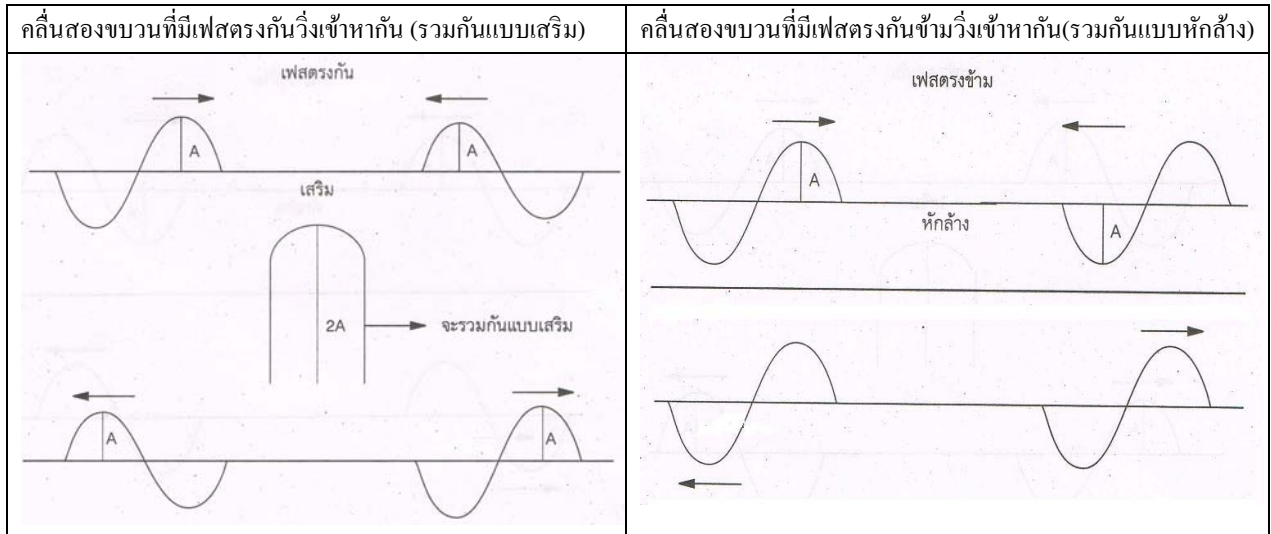
- จากรูป 1. จุดที่มีเฟสตรงกันคือ B, F และ D, H และ A, E, I
 2. มีระยะห่างกันเท่ากับ $\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$
 3. มีเวลาห่างกันเท่ากับ $T, 2T, 3T, \dots$

เฟสตรงกันข้าม คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดเท่ากันแต่สั้นในทิศทางกันข้าม (ความต่างเฟส 180 องศา)

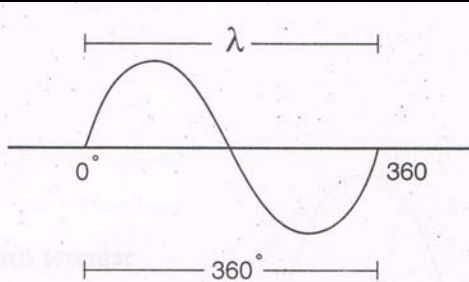
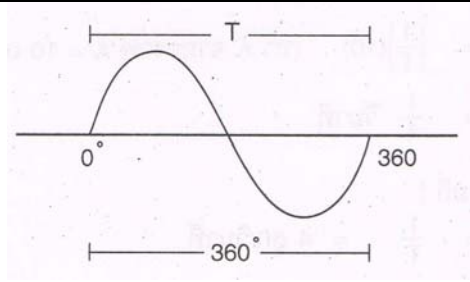


- จากรูป 1. จุดที่มีเฟสตรงข้าม คือ A กับ C และ B กับ D
 2. มีระยะห่างกันเท่ากับ $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \dots$
 3. มีเวลาห่างกันเท่ากับ $\frac{T}{2}, \frac{3T}{2}, \frac{5T}{2}, \dots$

การรวมกันของคลื่นสองขบวน



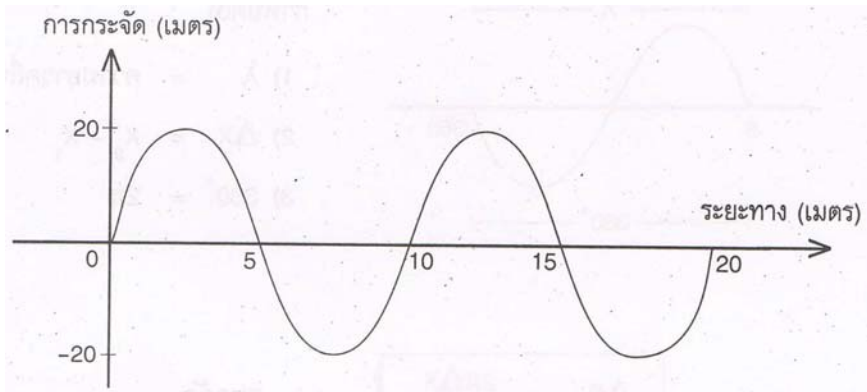
ความต่างเฟส

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

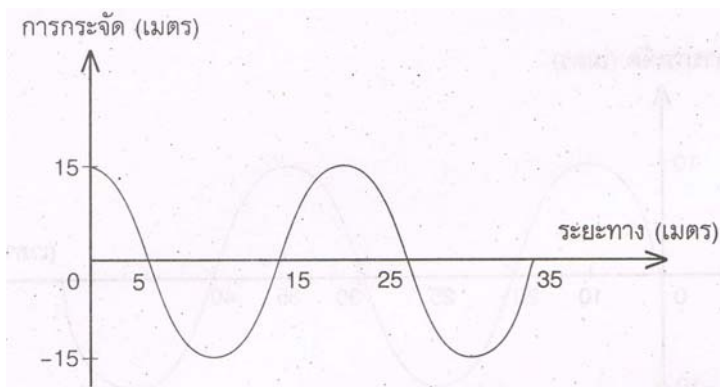
ตัวอย่างที่ 6 คลื่นขบวนหนึ่งมีความถี่ 150 Hz มีความเร็ว 300 เมตรต่อวินาที จุดสองจุดบนคลื่นที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา จะอยู่ห่างกันกี่เมตร

ตัวอย่างที่ 7 คลื่นสองคลื่นมีความถี่ 200 และ 240 Hz มีอัตราเร็ว 300 m/s ถ้าต้นกำเนิดคลื่นมีเฟสเดียวกันที่ระยะ 2 m จากต้นกำเนิดทั้งสองเฟสจะต่างกันอยู่เท่าไร

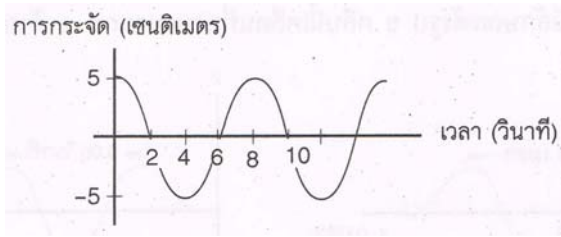
ตัวอย่างที่ 8 คลื่นขบวนหนึ่งวิ่งไปใช้เวลา 0.5 วินาที จะมีรูปร่างดังรูป ที่กำหนดให้ จงหา ก. แอมพลิจูด
 ข. อัตราเร็วคลื่น ค. เวลาที่เคลื่อนที่ครบรอบ ง. จำนวนลูกคลื่นในหนึ่งวินาที



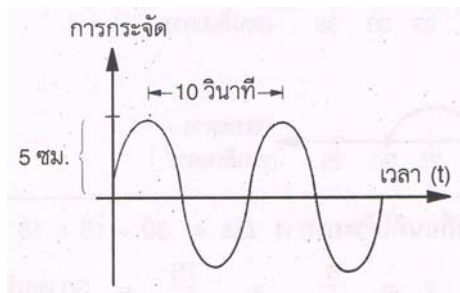
ตัวอย่างที่ 9 จากรูปที่กำหนดให้ น่องหมอนกระตุกเชือกจนมีความเร็ว 80 เมตร/วินาที จงหา ก. แอมพลิจูดและ
 มุมเฟสเริ่มต้น ข. เวลาของ 1 ลูกคลื่น ค. จำนวนลูกคลื่นใน 1 วินาที ง. จำนวนลูกคลื่นใน 5 วินาที



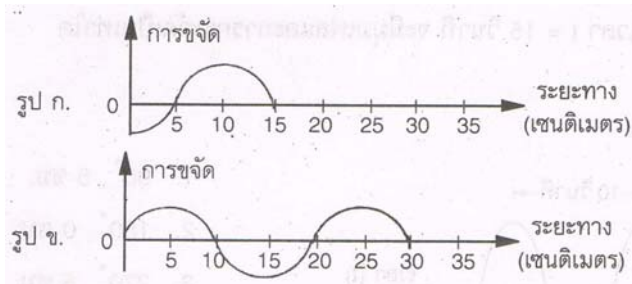
ตัวอย่างที่ 10 (มข.) คลื่นขบวนหนึ่งมีรูปร่างดังกราฟ จงหา มุมเฟสเริ่มต้น แอมพลิจูด คาบเวลา และความถี่ (90° , 5 ซม. , 8 วินาที , 0.125 เฮิรตซ์)



ตัวอย่างที่ 11 (มข.) จากคลื่นดังรูปที่เวลา $t = 15$ วินาที จะมีมุมเฟสและการกระจัดเป็นเท่าใด (180° , 0 ซม.)



ตัวอย่างที่ 12 (Ent.) คลื่นในเส้นเชือกยาว เมื่อเวลาหนึ่งเป็นดังที่เห็นรูป ก. หลังจากนั้น 5 วินาที เป็นดังที่เห็นในรูป ข. ความถี่ของคลื่นจะเป็นกี่เฮิรตซ์



สตโรโบสโคป เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งใช้วัดความถี่ของคลื่น มีหลักการว่า ช่วงเวลาที่สตโรโบสโคปหมุนได้ 1 ช่อง เท่ากับช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ครบ 1 รอบ เราจึงมองเห็นคลื่นหรือวัตถุใด ๆ หยุดนิ่ง จะได้ว่า

$$f_w = n f_s$$

เมื่อ f_w = ความถี่คลื่น

f_s = ความถี่สตโรโบสโคป

n = จำนวนช่อง

9.3 การซ้อนทับกันของคลื่น (superposition of wave)

การซ้อนทับกันของคลื่นหรือการรวมกันของคลื่น เกิดขึ้นเมื่อคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันมีลักษณะ คือ

1. การรวมกันแบบเสริมกัน เกิดขึ้นเมื่อคลื่นสองคลื่นที่มีการกระจัดไปทางทิศเดียวกันเคลื่อนที่มาพบกัน เช่น สันคลื่นกับสันคลื่น หรือท้องคลื่นกับท้องคลื่น โดยการกระจัดรวมหาได้จากผลบวกของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง ณ ตำแหน่งและเวลานั้น ๆ เมื่อคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันไปแล้ว คลื่นแต่ละคลื่นจะยังคงมีลักษณะเหมือนเดิม

2. การรวมกันแบบหักล้าง เกิดเมื่อคลื่นสองคลื่นที่มีการกระจัดไปทางทิศตรงกันข้าม เช่น สันคลื่นกับท้องคลื่น โดยการกระจัดรวมหาได้จากผลต่างของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง ณ ตำแหน่งและเวลานั้น ๆ

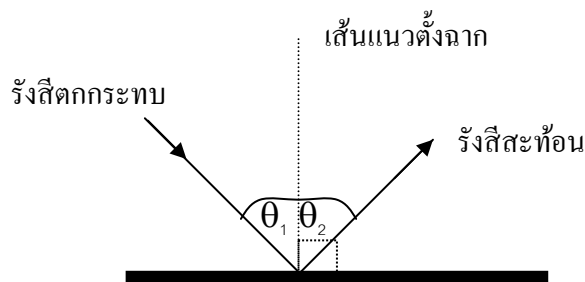
9.4 สมบัติของคลื่น

การที่เราจะตัดสินว่าการเคลื่อนที่แบบใดแบบหนึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบคลื่นหรือไม่นั้น ต้องพิจารณาจากสมบัติของคลื่น 4 ประการ ดังนี้

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

สมบัติการสะท้อนและการหักเหเป็นสมบัติร่วมของคลื่นและอนุภาค สมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนเป็นสมบัติเฉพาะของคลื่น

การสะท้อนของคลื่น (Reflection)



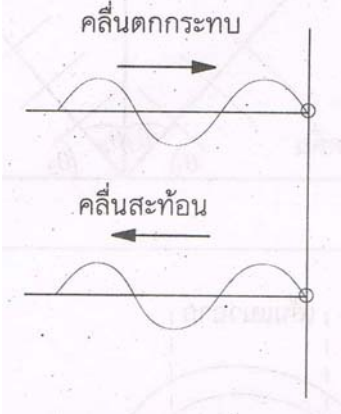
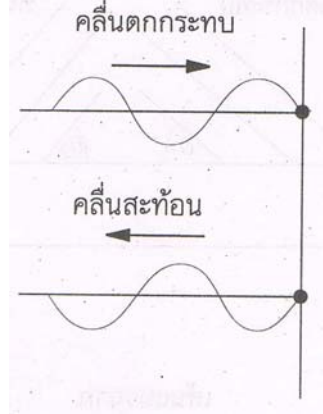
กฎการสะท้อนมี 2 ข้อ คือ

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

สรุปลักษณะของคลื่นสะท้อน

1. จุดสะท้อนตรึงแน่น คลื่นสะท้อนมีลักษณะตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบคือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นท้องคลื่น หรือเข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นสันคลื่น ดังนั้นเฟสเปลี่ยน 180 องศา (เฟสตรงข้ามกัน)
2. จุดสะท้อนอิสระ คลื่นสะท้อนมีลักษณะเหมือนคลื่นตกกระทบ คือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นสันคลื่น หรือเข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นท้องคลื่น ดังนั้นเฟสไม่เปลี่ยน (เฟสตรงกัน)

การสะท้อนในเส้นเชือก มี 2 แบบ คือ

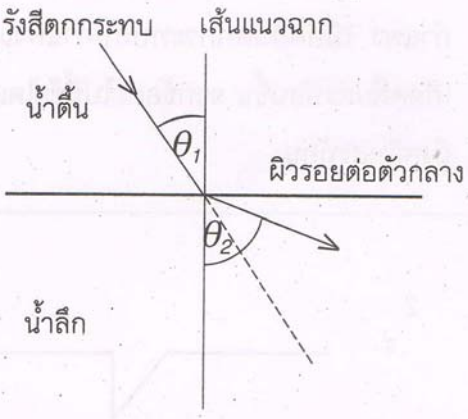
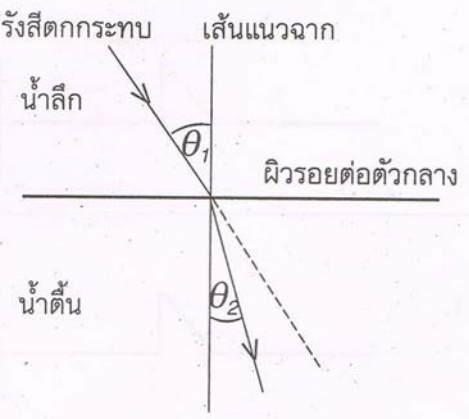
1. สะท้อนปลายอิสระ	2. สะท้อนปลายตรึงแน่น
	
<p>คลื่นสะท้อนออกมาเฟสตรงกัน (รูปร่างเหมือนเดิม) ความต่างเฟส 0°</p>	<p>คลื่นสะท้อนออกมาเฟสตรงข้ามกัน (รูปร่างตรงข้าม) ความต่างเฟส 180°</p>

ตัวอย่างที่ 13 (มข.) เชือกเส้นหนึ่งมีปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเสาเมื่อสร้างคลื่นตกจากปลายอีกข้างหนึ่งเข้ามากระทบ จะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้น คลื่นสะท้อนนี้มีเฟสเปลี่ยนไปกี่องศา

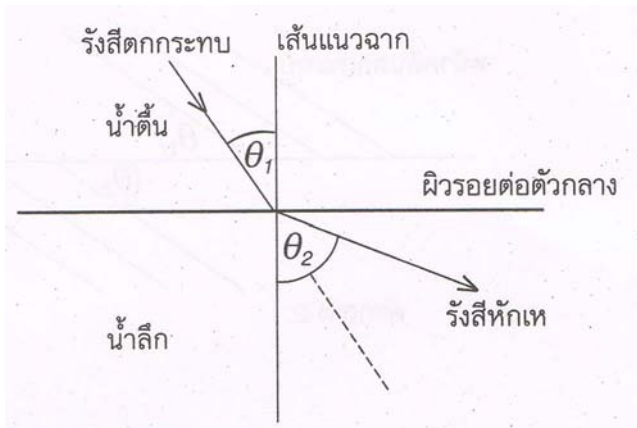
การหักเหของคลื่น (Refraction)

การหักเห คือ การที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน เช่น น้ำลึกกับน้ำตื้น ทำให้ทิศทางของคลื่นเปลี่ยนไปและมีความเร็วกับความยาวคลื่นเปลี่ยนไป แต่ความถี่คงที่เสมอ

ลักษณะของการหักเห มี 2 แบบ คือ

1. การหักเหออก	2. การหักเหเข้า
	
<p>คลื่นเดินทางจากน้ำตื้นไปน้ำลึก รังสีคลื่นจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก</p>	<p>คลื่นเดินทางจากน้ำลึกไปน้ำตื้น รังสีคลื่นจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก</p>

การหักเหอธิบายโดยใช้กฎของสเนล

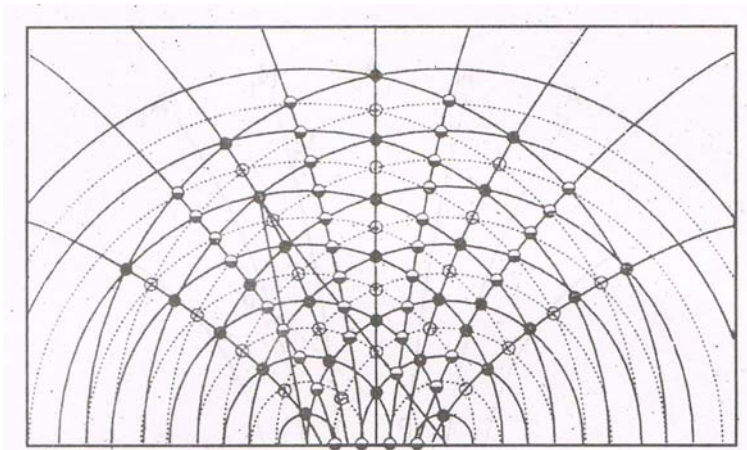


$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n$$

เมื่อ n เป็นดัชนีหักเหของน้ำดี้นเทียบกับน้ำลึกและจะได้ว่า

ตัวกลาง	v	λ
น้ำดี้น	น้อย	น้อย
น้ำลึก	มาก	มาก

การแทรกสอดของคลื่น (Interference)

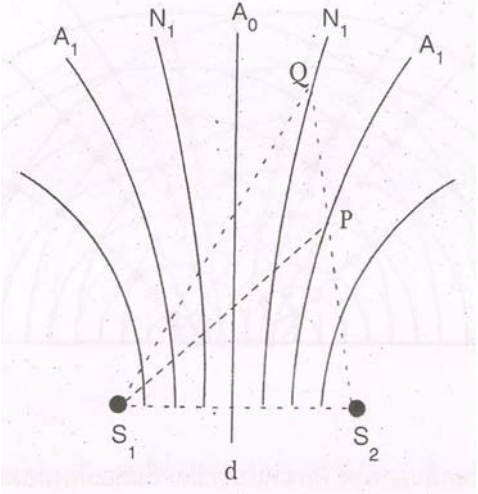
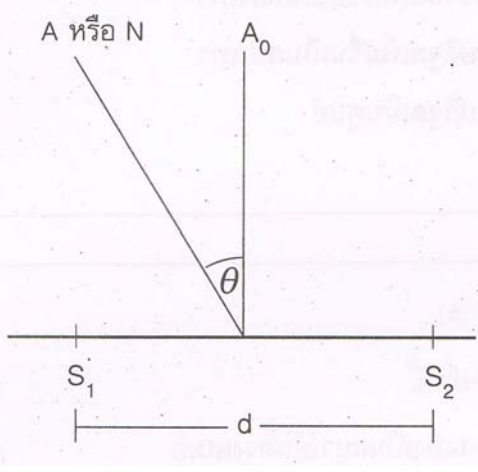


รูปการแทรกสอดของคลื่นน้ำ

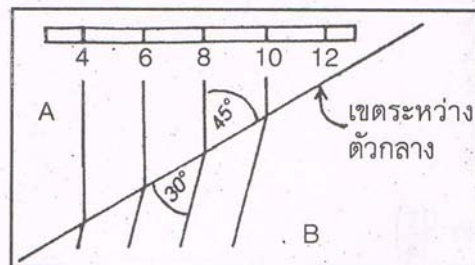
นิยามเกี่ยวกับการแทรกสอด

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. แนวปฏิบัติน้ำกระเพื่อมมาก แนวปฏิบัติน้ำกระเพื่อมน้อย

การคำนวณเรื่องการแทรกสอด

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

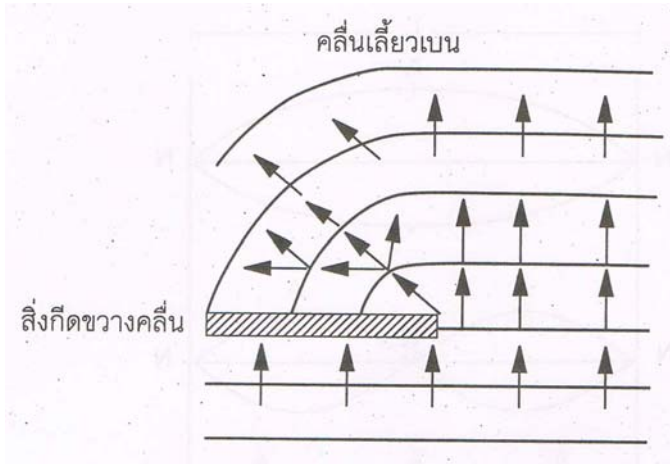
ตัวอย่างที่ 14 (Ent.) เมื่อคลื่นแนวตรงเคลื่อนที่จากบริเวณ A ไปสู่บริเวณ B ในภาคคลื่น ทำให้เกิดการหักเหของคลื่นปรากฏดังรูป ซึ่งมีไม้สเกลเซนติเมตรวางเทียบอยู่ ถ้าคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดซึ่งมีความถี่ 9 เฮิรตซ์ จงหาอัตราเร็วของคลื่นน้ำที่บริเวณ B ($9\sqrt{2}$ เซนติเมตร/วินาที)



ตัวอย่างที่ 15 แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งให้เฟสตรงกัน ห่างกัน 6 cm. ปรากฏว่าแนวเสริมกันครั้งแรกเบนออกจากแนวกลาง 30 องศา จงหาความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง

ตัวอย่างที่ 16 แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งให้เฟสตรงกัน ห่างกัน 10 cm. ปรากฏว่าแนวเสริมกันครั้งแรกเบนออกจากแนวกลาง 60 องศา จงหาความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง

การเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction)

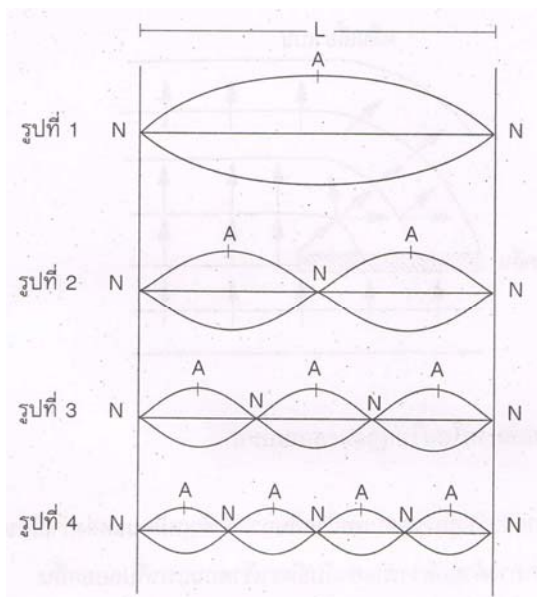


การเลี้ยวเบนอธิบายโดยใช้กฎของฮอยเกนส์

หลักของฮอยเกนส์กล่าวว่า “แต่ละจุดบนหน้าคลื่น กระทำตัวเหมือนแหล่งกำเนิดของคลื่นอันใหม่จะกระจายคลื่นทุกทิศทุกทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วตอนแรกที่ปล่อยคลื่น

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

9.5 คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์แทรกสอดชนิดหนึ่งที่เกิดจากคลื่นสองขบวนที่มีแอมพลิจูด ความถี่และความยาวคลื่นเท่ากันเคลื่อนที่สวนทางกัน คลื่นนิ่งมีลักษณะเป็น loop ส่วนที่กว้างมากที่สุดเรียกว่า Antinode (ปฏิบัพ) ส่วนนี้มีขนาดไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา แสดงว่าคลื่นนิ่งนั้นเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ตลอดเวลา ส่วนตำแหน่งที่มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุดเรียกว่า Node บัพ



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

ถ้าเกิดทั้งหมด n loop จะได้

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

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

กำหนดให้ L = ความยาวเชือก (m)

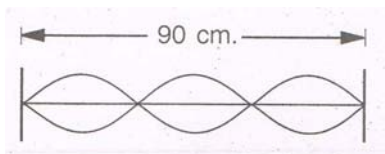
n = จำนวน loop

λ = ความยาวคลื่น (m)

ตัวอย่างที่ 17 คลื่นนิ่งมีระยะห่างของบัพที่ติดกัน 10 cm ถ้าอัตราเร็วของคลื่น 160 cm/s ความถี่ของแหล่งกำเนิดคลื่นนี้เป็นเท่าใด

ตัวอย่างที่ 18 คลื่นนิ่งมีระยะห่างของปฏิบัพที่ติดกัน 4 cm ถ้าอัตราเร็วของคลื่น 200 cm/s ความถี่ของแหล่งกำเนิดคลื่นนี้เป็นเท่าใด

ตัวอย่างที่ 19 (Ent.) จากรูปเป็นคลื่นนิ่งในเส้นเชือกที่มีปลายทั้งสองยึดแน่นไว้ ถ้าเส้นเชือกยาว 90 เซนติเมตร และความเร็วคลื่นในเส้นเชือกขณะนั้นเท่ากับ 2.4×10^2 เมตร/วินาที จงหาความถี่ของคลื่น



ตัวอย่างที่ 20 คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ 10 cm ถ้าคลื่นมีความเร็ว 200 m/s จงหาความถี่ของคลื่น

ตัวอย่างที่ 21 ในการทดลองคลื่นนิ่งบนเส้นเชือก ถ้าความถี่ของคลื่นนิ่งเป็น 700 เฮิรตซ์ และอัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที ตำแหน่งบัพสองตำแหน่งที่อยู่ติดกันจะห่างกันเท่าใด

แบบทดสอบฟิสิกส์ O-NET เรื่องคลื่นกล

1. (O-NET49) เมื่อคลื่นเดินทางจากน้ำลึกสู่น้ำตื้น ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง
 1. อัตราเร็วคลื่นในน้ำลึกน้อยกว่าอัตราเร็วคลื่นในน้ำตื้น
 2. ความยาวคลื่นในน้ำลึกมากกว่าความยาวคลื่นในน้ำตื้น
 3. ความถี่คลื่นในน้ำลึกมากกว่าความถี่คลื่นในน้ำตื้น
 4. ความถี่คลื่นในน้ำลึกน้อยกว่าความถี่คลื่นในน้ำตื้น
2. (O-NET49) คลื่นใดต่อไปนี้เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
 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. (O-NET50) เมื่อคลื่นเคลื่อนจากตัวกลางที่หนึ่งไปตัวกลางที่สองโดยอัตราเร็วของคลื่นลดลง ถ้ามวลสำหรับคลื่นในตัวกลางที่สอง ข้อความใดถูกต้อง
 1. ความถี่เพิ่มขึ้น
 2. ความถี่ลดลง
 3. ความยาวคลื่นมากขึ้น
 4. ความยาวคลื่นลดลง
4. (O-NET50) ถ้ากระทุ้งน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ ลูกบิ๊งที่ลอยอยู่ห่างออกไปจะเคลื่อนที่อย่างไร
 1. ลูกบิ๊งเคลื่อนที่ออกห่างไปมากขึ้น
 2. ลูกบิ๊งเคลื่อนที่เข้ามาหา
 3. ลูกบิ๊งเคลื่อนที่ขึ้น-ลงอยู่ที่ตำแหน่งเดิม
 4. ลูกบิ๊งเคลื่อนที่ไปด้านข้าง
5. (O-NET51) คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดต่อไปนี้เป็นค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลง
 1. ความถี่
 2. ความยาวคลื่น
 3. อัตราเร็ว
 4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
6. (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นตามยาว
 1. เป็นคลื่นที่ของตัวกลางมีการสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
 2. เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของตัวกลาง
 3. เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
 4. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นได้หลายแนว
7. (O-NET53) ในการทดลองเพื่อสังเกตผลของสิ่งกีดขวางเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน เป็นการศึกษาสมบัติตามข้อใดของคลื่น
 1. การหักเห
 2. การเลี้ยวเบน
 3. การสะท้อน
 4. การแทรกสอด
8. (O-NET53) ทำให้เกิดคลื่นบนเส้นเชือกที่ปลายทั้งสองด้านถูกขึงตึง พบว่ามีความถี่และความยาวคลื่นค่าหนึ่ง ถ้าทำให้ความถี่ในการสั่นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของความถี่เดิม ข้อใดถูกต้อง
 1. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งเนื่องจากคลื่นเคลื่อนที่ในตัวกลางเดิม
 2. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เนื่องจากปริมาณทั้งสองแปรผันตามกัน
 3. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเท่าเดิม เนื่องจากคลื่นเกิดบนตัวกลางเดิม
 4. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเท่าเดิม แต่อัตราเร็วของคลื่นเพิ่มเป็นสองเท่าตามสมการ $v = f\lambda$

9. (O-NET54) คลื่นกลตามยาวและคลื่นกลตามขวางถูกนิยามขึ้น โดยดูจากปัจจัยใดเป็นหลัก

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

10. (O-NET54) ลูกบอลถูกหนึ่งตกลงน้ำและสั่นขึ้นลงหลายรอบทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำแผ่ออกไปเป็นรูปวงกลม 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

11. คลื่นกล A และคลื่นกล B มารวมกันที่จุดๆ หนึ่งเงื่อนไขใดที่ไม่ทำให้เกิดการแทรกสอด

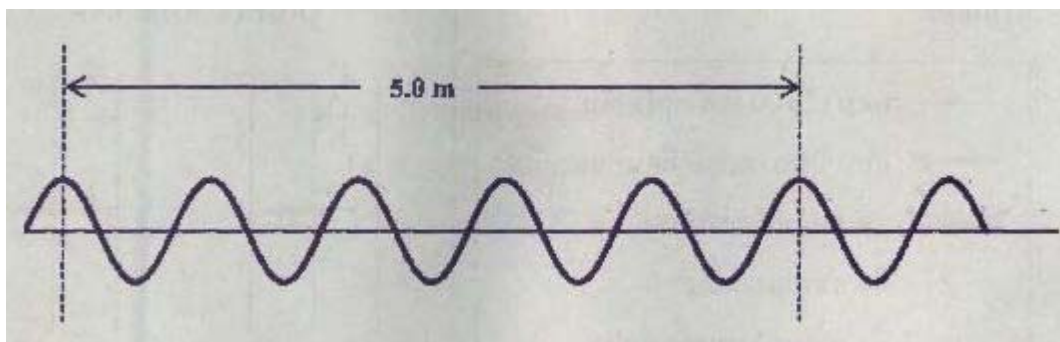
แบบเสริมกัน (O-Net 58)

1. ท้องคลื่น A เจอกับท้องคลื่น B โดยที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองเท่ากัน
2. ท้องคลื่น A เจอกับสันคลื่น B โดยที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองเท่ากัน
3. สันคลื่น A เจอกับสันคลื่น B โดยที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองเท่ากัน
4. ท้องคลื่น A เจอกับท้องคลื่น B โดยที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองต่างกัน
5. สันคลื่น A เจอกับสันคลื่น B โดยที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองต่างกัน

12. เมื่อจุ่มหลอดคาเฟล่งในแก้วที่มีน้ำจะพบว่า หลอดคาเฟล่งส่วนที่อยู่ใต้น้ำไม่ต่อเป็นแนวเดียวกับส่วนที่อยู่เหนือเมื่อน้ำ ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจากสมบัติใด (O-Net 59)

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

13. คลื่นขบวนหนึ่ง มีความถี่ 10 เฮิรตซ์ และระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่ 1 ถึงสันคลื่นที่ 6 เท่ากับ 5.0 เมตร ดังภาพ



ในการเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 100.00 เมตร คลื่นจะใช้เวลาเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

1. 0.3 วินาที
2. 2.0 วินาที
3. 10.0 วินาที
4. 12.0 วินาที
5. 20.0 วินาที

14. พิจารณาการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำและแนวของหน้าคลื่นดังต่อไปนี้

กำหนดให้

- แทน เส้นแนวของหน้าคลื่น
- แทน ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
- แทน แผ่นกั้นหน้าตรง
- λ คือ ความยาวคลื่น
- D คือ ความกว้างของช่องเปิด

ภาพที่ 1 การสะท้อน

$\lambda_1 = \lambda_2$

ภาพที่ 2 การหักเห

$\lambda_1 > \lambda_2$

ภาพที่ 3 การเลี้ยวเบน

$D \text{ มากกว่า } \lambda \text{ มาก ๆ}$

ภาพใดแสดงแนวของหน้าคลื่นได้ถูกต้อง

1. ภาพที่ 1 เท่านั้น
2. ภาพที่ 1 และ 2
3. ภาพที่ 1 และ 3
4. ภาพที่ 2 และ 3
5. ภาพที่ 1 2 และ 3

แบบทดสอบเข้ามหาวิทยาลัยขอนแก่น บทที่ 9 เรื่อง คลื่นกล

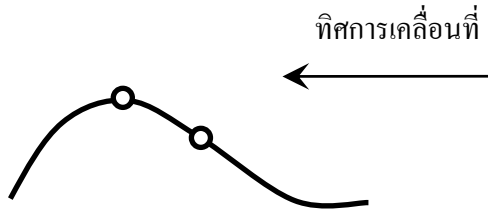
1. (มข.50) เมื่อเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำทำให้ผิวกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 600 รอบในเวลา 1 นาที ถ้าระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันวัดได้เท่ากับ 30 เซนติเมตร จงคำนวณหาอัตราเร็ว ของคลื่นผิวน้ำ
 1. 3 เมตร/วินาที
 2. 6 เมตร/วินาที
 3. 9 เมตร/วินาที
 4. 12 เมตร/วินาที

2. (มข.50) จากการทดลองคลื่นผิวน้ำในถาดคลื่น ถ้าปรับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ทำให้ปุ่มกำหนดคลื่นสั้นด้วยความถี่ลดลงเป็น 0.5 เท่าของค่าเดิม ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามข้อใด

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

3. (มข.50) คลื่นคลื่นในเส้นเชือกกำลังเคลื่อนที่จากขวาไปซ้าย A และ B เป็นจุดสองจุดบนเส้นเชือก ณ เวลาหนึ่งรูปร่างของเส้นเชือกเป็นดังรูปอยากทราบว่าถ้าเวลาผ่านไปอีกเล็กน้อยจุด 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



4. (มข.50) ข้อใดเป็นหลักของฮอยเกนส์

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

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

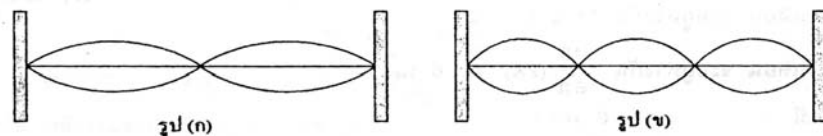
1. มีการกระจัดเป็นศูนย์
2. มีการกระจัดเป็น 1/4 เท่าของอัมพลิจูด
3. มีการกระจัดเป็น 1/2 เท่าของอัมพลิจูด
4. มีการกระจัดมากที่สุด

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

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

7. (มข.51) แหล่งกำเนิดคลื่นทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือกยาว 30 เซนติเมตร ที่ตรึงปลาย ทั้งสองข้างไว้ เมื่อใช้แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ 40 เฮิรตซ์จะเกิดคลื่นนิ่งดังที่แสดงในรูป(ก) ถ้าต้องการทำให้เกิดคลื่นนิ่งดังที่แสดงในรูป(ข) โดยอัตราเร็วคลื่นในเส้นเชือกคงเดิมจะต้องใช้แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่าไร

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



8. (มข.52) ในทะเลที่ลมค่อนข้างราบเรียบมีคลื่นซัดเข้าหาชายฝั่งทั้งหมด 240 ลูก ในเวลา 2 นาที ระยะห่างตามแนวราบระหว่างท้องคลื่นและสันคลื่นเท่ากับ 50 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของคลื่นนี้

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

9. (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

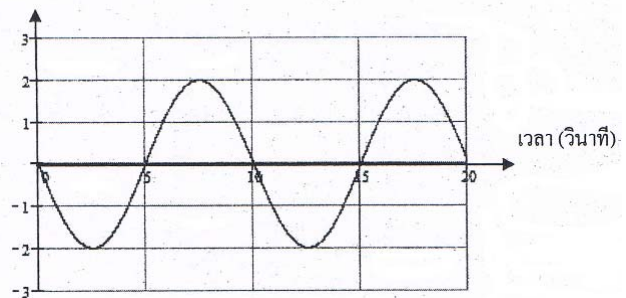
10. (มข.52) คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบเดี่ยวที่ความกว้างของช่องแคบมากกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการเลี้ยวเบนเพียงอย่างเดียว
2. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบเดี่ยวที่ความกว้างของช่องแคบน้อยกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการเลี้ยวเบนเพียงอย่างเดียว
3. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบคู่ที่ความกว้างของช่องแคบแต่ละช่องมากกว่าความยาวคลื่น จะเกิดการแทรกสอดเพียงอย่างเดียว
4. ในการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านช่องแคบคู่ที่ความกว้างของช่องแคบแต่ละช่องน้อยกว่าความยาวคลื่น จะเกิดการเลี้ยวเบนเพียงอย่างเดียว

11. (มข.53) คลื่นกลมีการกระจัดที่เขียนเป็นกราฟกับเวลาได้ดังรูป คลื่นกลนี้มีแอมพลิจูด ความถี่ และเฟสเริ่มต้น เป็นเท่าใด

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

การกระจัด (เมตร)



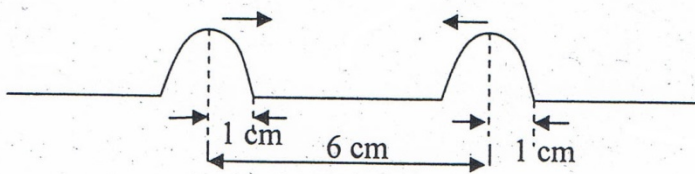
12. (มข.53) ในการทดลองของคลื่นนิ่งบนเส้นเชือก ถ้าคลื่นในเส้นเชือกมีความถี่ 720 เฮิรตซ์ และอัตราเร็ว 360 เมตร/วินาที ตำแหน่งบัพที่อยู่ติดกันจะห่างกันกี่เมตร

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

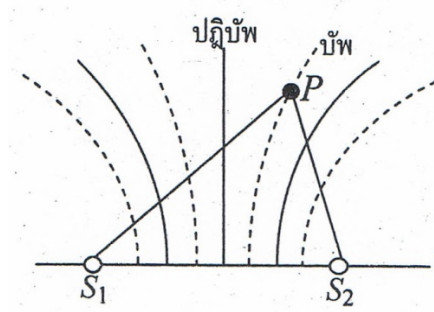
13. (มข.54) คลื่นในทะเลซัดเข้าหาฝั่งด้วยอัตราเร็ว 3 เมตรต่อวินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 6 เมตร จะมีคลื่นเข้ากระทบฝั่งกี่ลูกในเวลา 1 นาที

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

14. (มข.54) คลื่นสองคลื่นในเส้นเชือก กำลังเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 2 เซนติเมตรต่อวินาที ณ เวลาขณะหนึ่ง คลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน 6 เซนติเมตร ดังรูป เมื่อเวลาผ่านไป 2.5 วินาที ตำแหน่งคลื่นทั้งสองอยู่ห่างกันเท่าใด



1. 2 เซนติเมตร
 2. 3 เซนติเมตร
 3. 4 เซนติเมตร
 4. 5 เซนติเมตร
15. (มข.54) จากรูป แสดงภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอิสระ 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
 4. 5 เฮิรตซ์
 4. 6 เฮิรตซ์
16. (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