โครงสร้างรายวิชา

ฟิสิกส์ 3 **ว** **กลุ่มสาระ**วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 **เวลา** 60 ชั่วโมง **ภาคเรียนที่** 1

ปีการศึกษา 2567 **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (นาที)	น้ำหนักคะแนน
1 **การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย**	1.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย		
	1.2 ปริมาณการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย		
	1.3 การสั่นของมวลติดปลายสปริง		
	1.4 การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย		
	1.5 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง		
2 **คลื่น**	2.1 ธรรมชาติของคลื่น - การเกิดคลื่น - ชนิดของคลื่น - ส่วนประกอบของคลื่น		
	2.2 หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น - หลักของฮอยเกนส์ - การซ้อนทับกันของคลื่น		
	2.3 อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น		
	2.4 พฤติกรรมเกี่ยวกับคลื่น - การสะท้อนของคลื่น - การหักเหของคลื่น - การแทรกสอดของคลื่น - การเลี้ยวเบนของคลื่น		
สอบกลางภาค	**1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย** **2. คลื่น**	90	20 คะแนน
3 **แสงเชิงคลื่น**	3.1 การทดลองการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่		
	3.2 การทดลองการแทรกสอดของแสงผ่านเกรตติง		
	3.3 การทดลองการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว		
4 **แสงเชิงรังสี**	4.1 การสะท้อนของแสง - กระจกเงาราบ - กระจกทรงกลม		
	4.2 การหักเหของแสง - ความลึกจริงลึกปรากฏ - มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง		

หน่วยการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (นาที)	น้ำหนักคะแนน
4 **แสงเชิงรังสี**	4.3 การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ - คำนวณตำแหน่งภาพและขนาดภาพ		
	4.4 การเกิดภาพจากกระจกโค้ง - การเกิดภาพและคำนวณการเกิดภาพจากกระจกเว้า - การเกิดภาพและคำนวณการเกิดภาพจากกระจกนูน		
	4.5 การเกิดภาพจากเลนส์บาง - การเกิดภาพและคำนวณการเกิดภาพจากเลนส์เว้า - การเกิดภาพและคำนวณการเกิดภาพจากเลนส์นูน		
	4.6 ธรรมชาติเกี่ยวกับแสง - รุ้ง - การทรงกลด - มิราจ - การทรงกลด - การเหนท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ		
	4.7 การมองเห็นแสงสี - การผสมสารสี - การผสมแสงสี - ตาบอดสี		
สอบปลายภาค	3. แสงเชิงคลื่น 4. แสงเชิงรังสี	90	20
รวม			100

หน่วยที่ 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.2 ปริมาณการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.3 การสั่นของมวลติดปลายสปริง

1.4 การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

1.5 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง

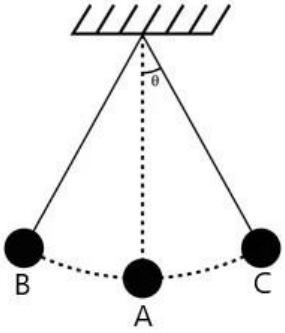
1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion ; S.H.M.) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุผ่านตำแหน่งสมดุลกลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยมี.....และแอมพลิจูดคงตัว เช่น การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มนาฬิกา การเคลื่อนที่ของมวลติดปลายสปริง

1.2 ปริมาณการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

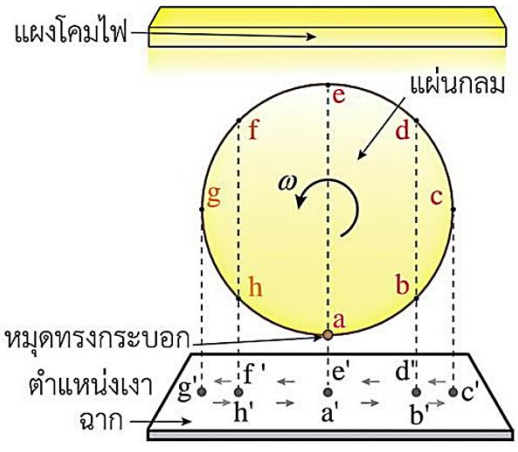
ปริมาณพื้นฐานของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย



1. ความถี่ (f) คือ .....หน่วยเป็นเฮิรตซ์ (.....)
2. การกระจัด (x) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปโดยนับจากจุดสมดุล หน่วยเป็น..... (m)
3. คาบ (T) คือ เวลาในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หน่วยเป็นวินาที (s)
4. แอมพลิจูด (A) คือ ระยะทางมากที่สุด (.....) ที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ โดยวัดจากจุดสมดุล หน่วยเป็นเมตร (m)

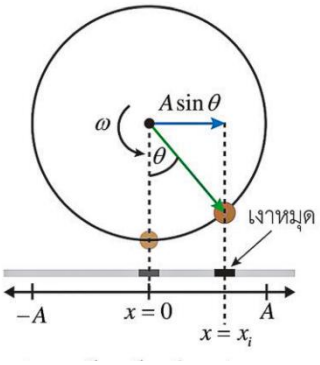
เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายพบว่ามีการกระจัด ความเร็วและความเร่งเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ที่เวลาต่างๆ ของการเคลื่อนที่ดังนี้

พิจารณาแผ่นกลมรัศมี A กำลังหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุม **ω** มีหมุดติดอยู่ที่ขอบ โดยมีแผงโคมไฟฉายแสงในแนวดิ่งซึ่งทำให้เกิดเงาของหมุดบนฉากด้านล่าง หมุดที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมทำให้เกิดเงาที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร?มอนิกอย่างง่าย



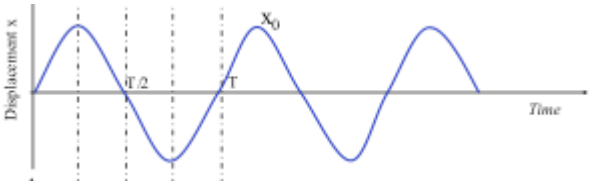
การกระจัด

จากเงาข้างต้นหาการกระจัดของเงาได้จาก

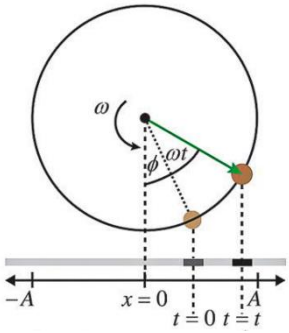


$$x = A \sin(\theta)$$

$$x = A \sin(\omega t)$$



ในบางครั้ง ตำแหน่งเริ่มต้นหมุดทรงกระบอกเคลื่อนที่จากจุด a ไปแล้วเป็นมุม $\emptyset$ ทำให้เงาของหมุดไม่ได้เริ่มที่ตำแหน่งสมดุล ($x = 0$) เมื่อเวลาผ่านไป t หมุดเคลื่อนที่ต่อไปจนเป็นมุม $\emptyset + \omega t$



$$x = A \sin(\emptyset + \omega t)$$

$$x = A \sin(\omega t + \emptyset)$$

เมื่อ A คือ แอมพลิจูด (amplitude) หรือการกระจัดสูงสุด

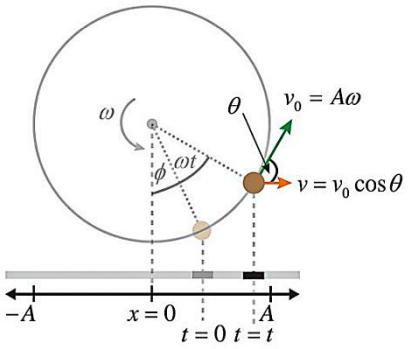
$\omega t + \emptyset$ คือ มุมเฟส (phase angle)

ω คือ ความถี่เชิงมุม (angular frequency)

$\emptyset$ คือ เฟสเริ่มต้น (initial phase)

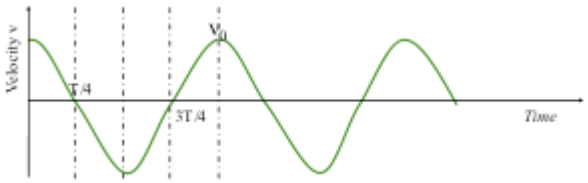
อัตราเร็ว

หมุดที่กำลังเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็ว v และมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง a_c ความเร็วของเงาหาได้จากความเร็วในแนวระดับของหมุด



$v = v_0 \cos\theta$

$v = \omega A \cos(\omega t + \emptyset)$

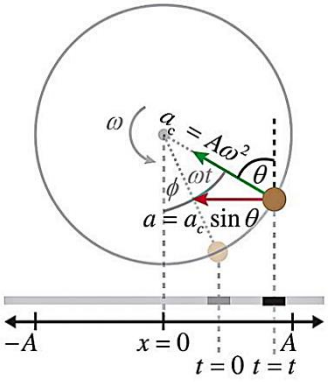


ณ ตำแหน่งใด ๆ หาอัตราเร็วของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้จาก

$$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

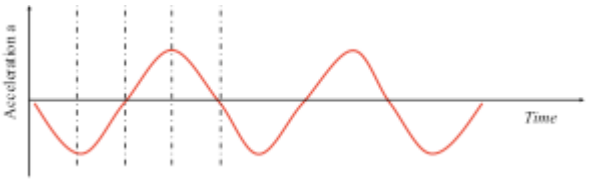
ความเร่ง

ความเร่งของเงาหาได้จากความเร่งในแนวระดับของหมุด



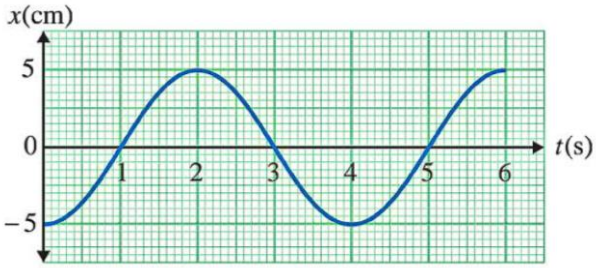
$a_{เงา} = -a_c \sin\theta$

$a_{เงา} = -\omega^2 A \sin(\omega t + \emptyset)$



แบบฝึกทักษะที่ 1 ปริมาณการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.วัตถุชิ้นหนึ่งที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายบนพื้นราบ กราฟระหว่างการกระจัดกับเวลาเป็นดังรูป (สสวท., 2562)



1.1 การกระจัดของวัตถุเป็นศูนย์ที่เวลาใด

.....

1.2 ที่เวลา t = 2.5 s การกระจัดของวัตถุมีค่าเท่าใด

.....

1.3 ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดเป็นเท่าใด

.....

1.4 ความเร็วของวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ที่เวลาใด

.....

2. อนุภาคหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีการกระจัดเป็น $x = 0.1\sin(\pi t)$ (สสวท., 2562)

2.1 จากสมการจงระบุ

มุมเฟส =.....

เฟสเริ่มต้น =.....

ความถี่เชิงมุม =.....

แอมพลิจูด =.....

2.2 ที่เวลา t=1 วินาที มุมเฟสและการกระจัดของอนุภาคมีค่าเท่าใด

3. อนุภาคการกระจัดเป็น $x = 0.1\sin(\pi t)$

3.1 สมการความเร็วของอนุภาคเป็นอย่างไร

3.2 ที่เวลา t = 1 วินาที ความเร็วของอนุภาคเป็นอย่างไร

3.2 ที่เวลา t = 1 วินาที ความเร่งของอนุภาคมีค่าเท่าใด

4. วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีความถี่ 2 รอบต่อวินาที ณ ตำแหน่งที่มีการกระจัด 7 เซนติเมตร วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด

5. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายรอบตำแหน่งสมดุล โดยมีความถี่เชิงมุม 0.4 เรเดียนต่อวินาที และขนาดของการกระจัดสูงสุด 10 เซนติเมตร ขณะที่วัตถุอยู่ห่างจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ 8 เซนติเมตร วัตถุมีอัตราเร็วเท่าใด

6. สมการการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคเป็น $x = (5.00\ cm)\cos\left(\frac{\pi}{60}t\right)$ ที่เวลา t = 10 วินาที

จงหา 6.1 การกระจัดของอนุภาค

6.2 ความเร็ว

6.3 ความเร่ง

7. การกระจัดของอนุภาคหนึ่งที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นฟังก์ชันของเวลาดังสมการ

$$x = (2\ m)\sin(3\pi t + \frac{\pi}{4})$$

จงหา 7.1 การกระจัดที่เวลา t = 2.0 s

7.2 มุมเฟสที่เวลา t = 2.0 s

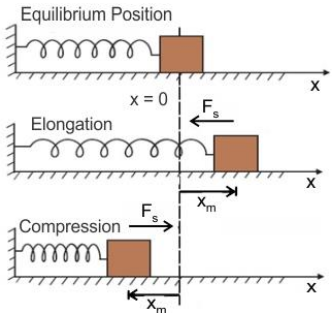
7.3 ความเร่งสูงสุด

7.4 สมการความเร็วที่เวลา t

7.5 สมการความเร่งที่เวลา t

8. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายตามแนวแกน x มีคาบการเคลื่อนที่เป็น 6 วินาที มีสมการการเคลื่อนที่เป็น $x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ เมื่อ A และ T เป็นค่าคงตัว t เป็นเวลา เวลาที่ใช้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง $x = 0$ ไป $x = \frac{1}{2}A$ มีค่าเท่าใด

1.3 การสั่นของมวลติดปลายสปริง



จากรูปเมื่อดึงมวลที่ติดปลายสปริงออกจะทำให้เกิดแรงสปริงซึ่งทำให้มวลเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งเดิม (ตำแหน่งสมดุล) เรียกแรงสปริงว่า .....(restoring force) โดยแรงจะมีทิศตรงข้ามกับการกระจัด ตามสมการ

$$F_{สปริง} = -kx$$

เมื่อ $F_{สปริง}$ คือ แรงดึงกลับของสปริง มีหน่วยเป็น นิวตัน(N)

x คือ ระยะกระจัดของวัตถุ มีหน่วยเป็น (m)

k คือค่าคงตัวของสปริง มีหน่วยเป็น (N/m)

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตัน $\sum F = ma$

จะได้ว่า $F_{สปริง} = ma$

$-kx = ma$

จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับการกระจัดดังนี้

$$a = -\frac{.....}{m}x$$

และหาความสัมพันธ์ของค่าคงตัวของสปริง มวลของวัตถุ ความถี่เชิงมุมที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้จาก

แบบฝึกทักษะที่ 2 การสั่นของมวลติดปลายสปริง

1. วัตถุมวล 0.5 กิโลกรัมติดอยู่ปลายสปริงที่มีค่าคงตัวสปริง 5 นิวตันต่อเมตร อยู่บนพื้นลื่นดังรูป

จุดสมดุล

เมื่อดึงวัตถุออกจากตำแหน่งสมดุล แล้วปล่อยให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คาบของการเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

2. วัตถุมวล 200 กรัม ติดที่ปลายสปริงซึ่งมีค่าคงตัวสปริง 5 นิวตันต่อเมตร ถ้าวัตถุนี้เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายตำแหน่ง x = 0.05 เมตร จากตำแหน่งสมดุล วัตถุมีความเร็วเป็นศูนย์ จงหา

2.1 ความถี่เชิงมุม

2.2 ความเร่งที่ตำแหน่ง x = 0.02 เมตร

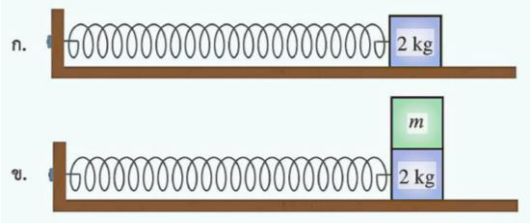
2.3 ขนาดความเร่งสูงสุด

3. วัตถุมวล 200 กรัม ติดปลายสปริงซึ่งมีค่าคงตัวสปริง 5 นิวตันต่อเมตร ถ้าดึงวัตถุและปล่อยจากจุดหยุดนิ่งที่ตำแหน่ง x = 0.05 เมตรจงหา

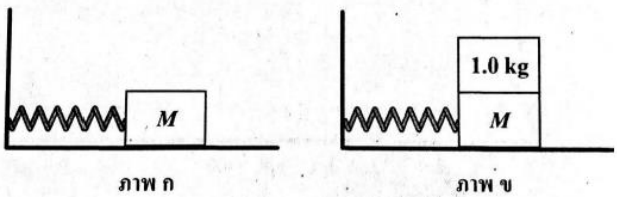
3.1 ความเร็วของวัตถุที่ตำแหน่ง x = 0.03 เมตร

3.2 ขนาดความเร็วสูงสุด

4. มวล 2 กิโลกรัม ติดกับปลายลวดสปริง ดังรูป ก. ดึงสปริงให้ยืดออกแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย บนพื้นระดับลื่น วัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ ใช้เวลา 1 วินาที ถ้ามีมวล m วางทับมวล 2 กิโลกรัมเดิม ดังรูป ข. ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและครบ 1 รอบ ใช้เวลา 1.5 วินาที จงหามวล m



5. ติดวัตถุมวล M เข้ากับปลายสปริงและวางบนพื้นเรียบลื่น ดังภาพ ก เมื่อดึงวัตถุมวล M แล้วปล่อยให้เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าวัตถุมวล M เคลื่อนที่ครบ 1 รอบใช้เวลา $\sqrt{2}$ วินาทีจากนั้น ติดวัตถุมวล 1.0 กิโลกรัม บนวัตถุมวล M ดังภาพ ข และทำให้วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ครบ 1 รอบใช้เวลา $\sqrt{3}$ วินาที (9 วิชาสามัญ 64)



วัตถุมวล M ในภาพ ก เคลื่อนที่ด้วยความถี่เชิงมุมกี่เรเดียนต่อวินาที และมวล M มีค่ากี่กิโลกรัมตามลำดับ

1. $\frac{\sqrt{2}\pi}{2}$ และ 3.0
2. $\sqrt{2}\pi$ และ 1.2
3. $\sqrt{2}\pi$ และ 2.0
4. $2\sqrt{2}\pi$ และ 2.0
5. $2\sqrt{2}\pi$ และ 3.0

6. วัตถุมวล 0.2 กิโลกรัม อยู่นิ่งบนพื้นลื้นติดอยู่ที่ปลายด้านหนึ่งของสปริงที่มีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 5.0 นิวตันต่อเมตร และปลายอีกด้านของสปริงยึดกับกำแพง เมื่อดึงวัตถุยืดออกจากตำแหน่งสมดุล แล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่กลับไป-มาแบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย วัตถุจะมีความถี่ค่าหนึ่งวัตถุจะเกิดการสั่นพ้องได้ต้องถูกแรงกระตุ้นด้วยความถี่กี่รอบต่อวินาทีและถ้าเพิ่มมวลของวัตถุให้มากขึ้น คาบของการเคลื่อนที่จะเป้นอย่างไรเมื่อเทียบกับก่อนเพิ่มมวล (9 วิชาสามัญ 66)

ข้อ	ความถี่ของแรงกระตุ้น (รอบต่อวินาที)	คาบของการเคลื่อนที่เมื่อเพิ่มมวลของวัตถุ (เทียบกับก่อนเพิ่มมวล)
1	$\frac{0.10}{\pi}$	ลดลง
2	$\frac{0.10}{\pi}$	เพิ่มขึ้น
3	$\frac{5.0}{2\pi}$	เท่าเดิม
4	$\frac{5.0}{2\pi}$	ลดลง
5	$\frac{5.0}{2\pi}$	เพิ่มขึ้น

1.4 การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

การแกว่งลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายซึ่งจะได้ศึกษาจากการทดลองดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

จุดประสงค์การทดลอง

1. หาคาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายขึ้นกับปริมาณใดบ้าง
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (T) กับความยาวเชือก ($\sqrt{l}$)
3. คำนวณหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกจากคาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

บันทึกผลการทดลอง

ความยาวเชือก (เมตร)	เวลาในการแกว่ง 30 รอบ(วินาที)				คาบ (วินาที)	คาบ^2 (วินาที^{2})
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		

สรุปผลการทดลอง

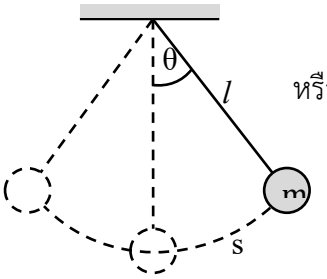
.....

.....

เขียนกราฟระหว่างความยาวเชือก (l) กับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (T) โดยให้ l อยู่แกน x และ T อยู่แกน y

เขียนกราฟระหว่างความยาวเชือก (L) กับกำลังสองของคาบ (T^2) การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย โดยให้ L อยู่แกน x และ T^2 อยู่แกน y

จากกิจกรรมการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย เมื่อออกแรงดึงวัตถุโดยให้มุม θ มีค่าน้อย ๆ จะได้ว่า



$T^2 \alpha L$

หรืออาจเขียนได้ว่า $T = k\sqrt{l}$

เมื่อออกแรงดึงลูกตุ้มจะมีแรงดึงกลับ กระทำต่อมวล m ทำให้ลูกตุ้นเคลื่อนที่กลับไปกลับมาผ่านแนวสมดุลซึ่งแรงดึงกลับจะมีค่า $F = -mg\sin\theta$

เมื่อ θ เป็นมุมน้อย ๆ ซึ่งมีค่า 9° คิดเป็นมุมเรเดียนได้ θ = 0.1571 rad

และค่า sin 0.1571 rad มีค่าประมาณ 0.1565 จึงประมาณได้ว่า $\sin\theta = \theta$ เขียนสมการได้ว่า

$$F = -mg\theta$$

เมื่อ $\theta = \frac{s}{l}$

จะได้ $F = -mg(\frac{s}{l})$

เมื่อ F คือ แรงดึงกลับ

s คือ ความยาวของส่วนโค้ง

m คือ มวลของลูกตุ้ม มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

l คือ ความยาวเชือก มีหน่วยเป็น เมตร (m)

จะเห็นได้ว่ามีเพียงแรงเดียวที่กระทำต่อระบบ คือแรงดึงกลับ จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจะได้ว่า

$$F = ma$$

แทนค่า F ในสมการจะได้ว่า

$$ma = -mg\frac{s}{l}$$

$$a = -\frac{g}{l}s$$

เมื่อ $a = -\omega^2 s$

$$-\omega^2 s = -\frac{g}{l}s$$

ดังนั้นจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่เชิงมุมกับความยาวเชือกได้จาก

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

และจากความสัมพันธ์ของความถี่เชิงมุม คาบ และความถี่จะได้

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

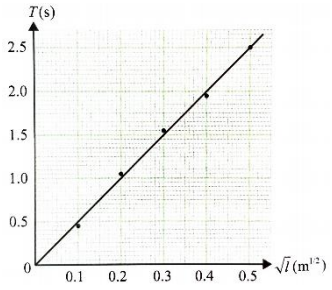
แบบฝึกทักษะที่ 3 การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

1. ลูกตุ้มอย่างง่ายมีความยาวของสายลูกตุ้ม 50 เซนติเมตร คาบมีค่าเท่าใด

2. ในการทดลองเรื่องลูกตุ้มแบบง่าย ให้ T เป็นคาบของการแกว่ง L เป็นความยาวของเชือก g เป็นความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง กราฟระหว่างปริมาณในข้อใดจะเป็นเส้นตรง

1. T กับ $\sqrt{L}$
2. T กับ L
3. T กับ L^2
4. T^2 กับ $\sqrt{L}$

3. จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งของลูกตุ้มกับรากที่สองของความยาวเชือกบนดาวดวงหนึ่ง ถ้าลูกตุ้มเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ค่าความเร่งโน้มถ่วงเนื่องจากดาวดวงนี้เป็นเท่าใด



4. นาฬิกาแบบลูกตุ้มเรือนหนึ่ง ลูกตุ้มแกว่งได้ 60 รอบ/นาที จงหาความยาวของก้านของลูกตุ้มนาฬิกา

5. ลูกตุ้ม A และ B มีเชือกเบายาว 60 และ 30 เซนติเมตร มีมวล 0.2 และ 0.1 กิโลกรัม ตามลำดับเมื่อแกว่งลูกตุ้มทั้งสองให้เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย อัตราส่วนของคาบของลูกตุ้มทั้งสอง $\frac{T_A}{T_B}$ จะเป็นตามข้อใด

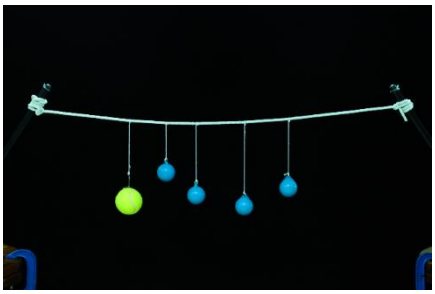
1. $\frac{1}{2}$
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
3. $\sqrt{2}$
4. 2

1.5 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง

ความถี่ธรรมชาติ (natural frequency) เป็นความถี่ในการสั่นสะเทือนของวัตถุที่ทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่งอย่างอิสระ โดยความถี่ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของแต่ละระบบ

การสั่นพ้อง (resonance) คือแรงหรือการสั่นอย่างอิสระที่มีความถี่เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติและทำให้แอมพลิจูดมีค่ามากขึ้น

กิจกรรมที่ 2 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้องของวัตถุ



คำถามท้ายกิจกรรม

1. ความยาวของเชือกที่ต่างกันส่งผลต่อการแกว่างของลูกตุ้มหรือไม่อย่างไร

.....

.....

2. ในการกระตุ้นให้วัตถุสั่นอย่างอิสระพบว่าทุกครั้ง วัตถุสั่นด้วยความถี่ค่าเดิมเสมอ ความถี่นี้เรียกว่าอะไร

.....

3.จงหาความถี่ธรรมชาติของการแกว่างของลุกตุ้มอย่างง่ายที่ผูกติดกับเชือกเบาที่มีความยาว 50 เซนติเมตร

4. จงหาความถี่ธรรมชาติของวัตถุที่ติดปลายสปริง เมื่อวัตถุมีมวล 0.1 กิโลกรัม และสปริงมีค่าคงตัวของสปริง 1000 นิวตันต่อเมตร

หน่วยที่ 2 คลื่น

2.1 ธรรมชาติของคลื่น

- การเกิดคลื่น
- ชนิดของคลื่น
- ส่วนประกอบของคลื่น

2.2 อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น

2.3 หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น

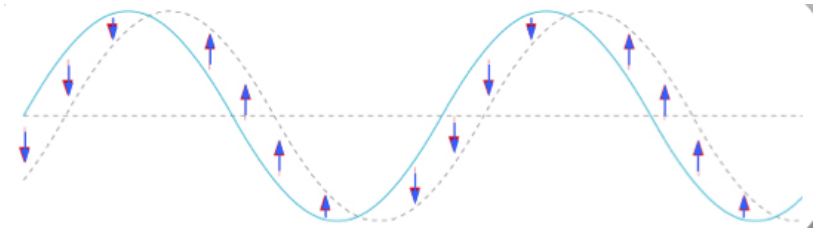
- หลักของฮอยเกนส์
- การซ้อนทับกันของคลื่น

2.4 พฤติกรรมเกี่ยวกับคลื่น

- การสะท้อนของคลื่น
- การหักเหของคลื่น
- การแทรกสอดของคลื่น
- การเลี้ยวเบนของคลื่น

2.1 ธรรมชาติของคลื่น

คลื่น คือปรากฏการณ์หนึ่งที่เกิดจากแหล่งกำเนิดถูกรบกวนแล้วส่งพลังงานต่อไปโดยอาศัยตัวกลางหรือไม่อาศัยตัวกลางก็ได้

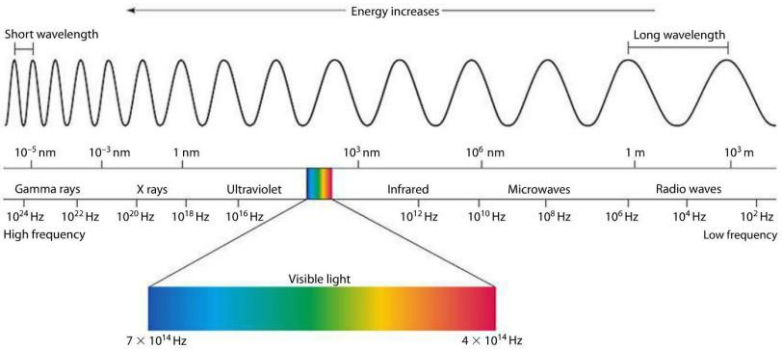


ชนิดของคลื่น สามารถจำแนกได้หลายวิธี

การจำแนกคลื่นตามตัวกลางในการแผ่

1. คลื่นกล Mechanical Wave เป็นคลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่เช่น คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic Wave เป็นคลื่นที่ไม่อาศัยกลางในการเคลื่อนที่



การจำแนกคลื่นตามลักษณะของการสั่นของแหล่งกำเนิดหรือลักษณะการแผ่

กิจกรรมที่ 3 คลื่นในสปริง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดคลื่นในสปริง

2. เปรียบเทียบลักษณะของคลื่นในสปริงตามทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสปริงและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

ตารางบันทึกผล

การดำเนินกิจกรรม	วาดรูปทิศการเคลื่อนที่ของด้าย	ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
สะบัดปลายด้าน A ของสปริงไปทางซ้ายและขวาอย่างต่อเนื่อง		
สะบัดปลายด้าน A ของสปริงให้ยืดเข้าและออกอย่างต่อเนื่อง		

สรุปผลกิจกรรม

.....

.....

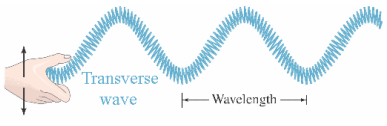
.....

.....

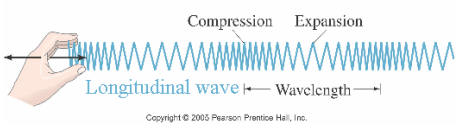
.....

.....

การจำแนกคลื่นตามลักษณะของการสั่นของแหล่งกำเนิดหรือลักษณะการแผ่



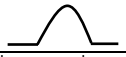
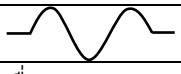
1. คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) เป็นคลื่นที่มีทิศทางการสั่นของตัวกลางตั้งฉากกับทิศทางการแผ่ เช่น คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



2. คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เป็นคลื่นที่มีทิศทางการสั่นของตัวกลางอยู่แนวเดียวขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นเสียง คลื่นในสปริง

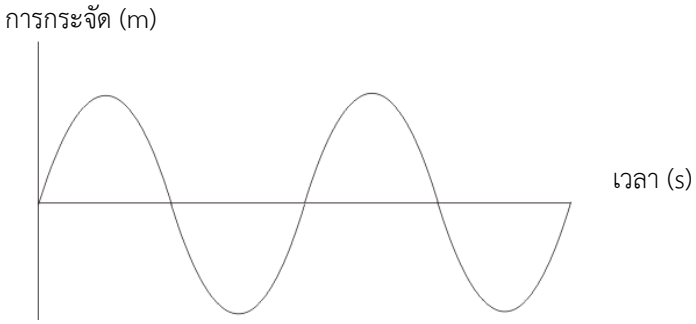
การจำแนกตามคลื่นต่อเนื่องของแหล่งกำเนิด

1. คลื่นดล (Pulse Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นหรือรบกวนตัวกลางเป็นช่วงสั้น ๆ ทำให้เกิดคลื่นแผ่ออกไปจำนวนน้อย ๆ เพียง 1 หรือ 2 คลื่น

		
คลื่นดลครึ่งลูก	คลื่นดล 1 ลูก	คลื่นดล 2 ลูก

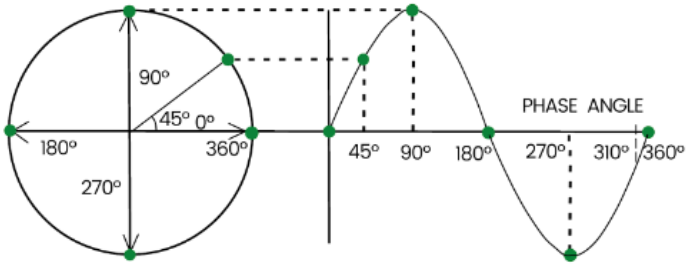
2. คลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่น หรือรบกวนตัวกลางอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดคลื่นแผ่ออกไปเป็นขบวนอย่างต่อเนื่อง เช่นการสะบัดเชือกอย่างต่อเนื่อง

ส่วนประกอบของคลื่น



การบอกตำแหน่งของการเคลื่อนที่แบบคลื่น

เฟส เป็นคำที่ใช้เรียกตำแหน่งใด ๆ บนคลื่น โดยมีลักษณะเป็นรอบและมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่นั้น θ = มุมหรือเฟส



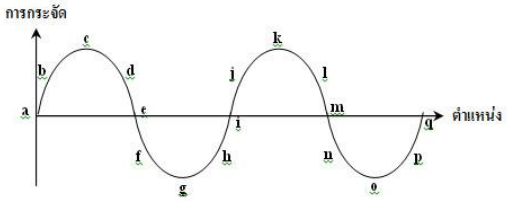
เฟสตรงกัน (In phase) หมายถึงจุด 2 จุดบนคลื่นที่มีการกระจัดเท่ากัน และการสั่นไปทางเดียวกัน มีลักษณะดังนี้

1. จุดทั้งสองจุดมีระยะห่างกัน λ, 2λ, 3λ,....nλ
2. จุดทั้งสองมีเฟสต่างกัน 2π, 4π, 6π...,2nπเมื่อ n= 1,2,3,...

เฟสตรงข้ามกัน (Out of phase) หมายถึงจุดสองจุดบนคลื่นที่มีขนาดของการกระจัดเท่ากัน แต่มีตำแหน่งและทิศทางการสั่นตรงข้ามกัน มีลักษณะดังนี้

1. จุดทั้งสองมีระยะห่างกัน $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{3\lambda}{2}$, $\frac{5\lambda}{2}$, ... , $(n-\frac{1}{2})\lambda$
2. จุดทั้งสองมีเฟสต่างกัน π, 3π, 5π..., (2n-1)π เมื่อn=1,2,3,....

ตัวอย่าง



ก. จงบอกตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันกับจุด a, b, c, d, e, f, g, h, i

.....

ข. จงบอกตำแหน่งที่มีเฟสตรงข้ามกับจุด a, b, c, d, e, f, g, h, i

.....

2.2 อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น

อัตราเร็วของคลื่น หมายถึงระยะทางจุดใด ๆ ที่คลื่นเคลื่อนที่ไปได้ในเวลา 1 วินาที ซึ่งคำนวณได้จาก

.....

เมื่อเวลาผ่านไป 1 คาบ คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 รอบ เป็นระยะทาง λ หาความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

เมื่อ $f = \frac{1}{T}$

ดังนั้น $v = f\lambda$

v คือ อัตราเร็วคลื่น (หน่วย เมตรต่อวินาที)

s คือ ระยะทาง (หน่วย เมตร)

t คือ เวลา (หน่วย วินาที)

f คือ ความถี่ (หน่วย รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์)

λ คือ ความยาวคลื่น (หน่วย เมตร)

T คือ คาบเวลา (หน่วย วินาที)

แบบฝึกทักษะที่ อัตราเร็ว ความถี่ ความยาวคลื่นและการบอกตำแหน่งของคลื่น

1. สำหรับคลื่นกลต่อเนื่องที่แผ่ผ่านตัวกลางด้วยความถี่ 262 เฮิร์ต และความยาวคลื่น 1.29 เมตร

1.1 คลื่นนี้มีอัตราเร็วเท่าใด

1.2 คลื่นนี้ใช้เวลานานเท่าใด จึงจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 91.4 เมตร

1.3 คาบของคลื่นนี้มีค่าเท่าใด

2. เชือกเส้นหนึ่งถูกสะบัดปลายเชือกอย่างสม่ำาเสมอ 50 รอบในเวลา 20 วินาที และทำาให้คลื่นผ่านเชือกเป็นระยะทาง 10 เมตร ความยาวคลื่นในเส้นเชือกนี้เป็นเท่าไร

3. คลื่นต่อเนื่องขบวนหนึ่งมีอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที เกิดจากแหล่งกำเนิดซึ่งสั่นด้วยความถี่ 40 เฮิร์ต

3.1. จุด 2จุดบนคลื่นห่างกัน 10 เซนติเมตร จะมีเฟสต่างกันเท่าไร (72^{o})

3.2. จุด 2 จุดบนคลื่นมีเฟสต่างกัน 90^{o} จะห่างกันเท่าไร (12.5 cm)

4. คลื่นต่อเนื่องขบวนหนึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดที่สั่นได้ 40 รอบต่อวินาที วัดอัตราเร็วคลื่นได้ 10 เมตรต่อวินาที จุด 2 จุดบนคลื่นซึ่งห่างกัน 1.5 เมตรจะมีเฟสต่างกันเท่าไร (12πเรเดียน)

5. คลื่นผิวน้ำในถาดคลื่นเกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นสั่นด้วยความถี่ 50 รอบต่อวินาทีและคลื่นแผ่ออกไปด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ตำแหน่งของคลื่นผิวน้ำมีเฟสต่างกัน 180 องศาอยู่ห่างกันเท่าไร

2.3 หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น

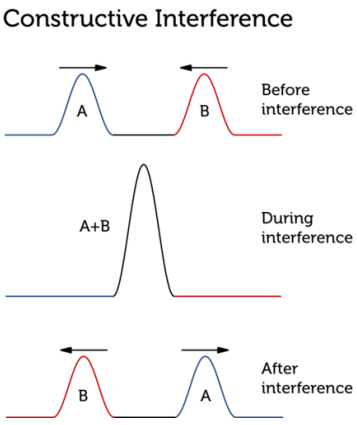
หลักของฮอยเกนส์

หลักของฮอยเกนส์ กล่าวว่า ทุกๆ จุดใดๆ บนหน้าคลื่น อาจถือได้ว่าเป็นต้นกำเนิดคลื่นใหม่ ซึ่งปล่อยคลื่นเล็กๆ ออกไปรอบๆ คลื่นเล็กๆ จะมีอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วคลื่นคลื่นเดิม

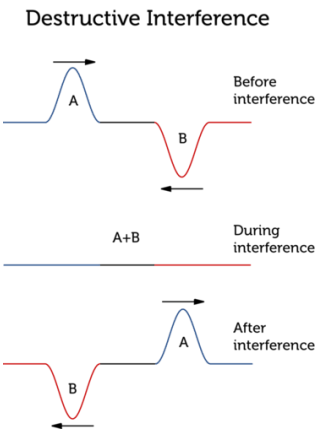
การซ้อนทับกันของคลื่น (Superposition of wave)

การซ้อนทับกันของคลื่นหรือการรวมกันของคลื่น เกิดขึ้นเมื่อคลื่นตั้งแต่ 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกัน เกิดการรวมกัน เมื่อคลื่นมาพบกัน หลังผ่านกันคลื่นยังคงเหมือนเดิมทุกประการเกิดขึ้นได้ 2 แบบคือ

1. การรวมแบบเสริม (Constructive Superposition)

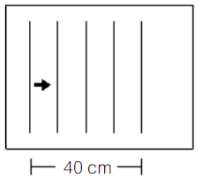


2. การรวมกันแบบหักล้าง (Destructive Superposition)



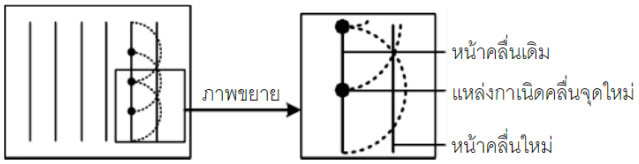
2.3 หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น และการซ้อนทับของคลื่น

1. นักเรียนกลุ่มหนึ่งศึกษาเรื่องคลื่นน้ำ โดยทำให้เกิดคลื่นหน้าตรงบนถาดคลื่น พบว่า เกิดคลื่นเคลื่อนที่บนผิวน้ำ ซึ่งหน้าคลื่นเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 40 เซนติเมตร ภายในเวลา 1 วินาที วาดภาพแสดงคลื่นผิวน้ำ ณ เวลาหนึ่งได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงคลื่นผิวน้ำหน้าตรง โดยเส้นตรงแทนสันคลื่น และลูกศรแทนทิศทางการแผ่ของคลื่น

จากนั้นนักเรียนวาดภาพหน้าคลื่นใหม่ที่เกิดขึ้นจากหน้าคลื่นเดิมดังภาพที่ 2 และระบุว่ารัศมีของหน้าคลื่นกลมเล็ก ๆ (เส้นประ) มีขนาดเท่ากับความยาวคลื่นของผิวน้ำ

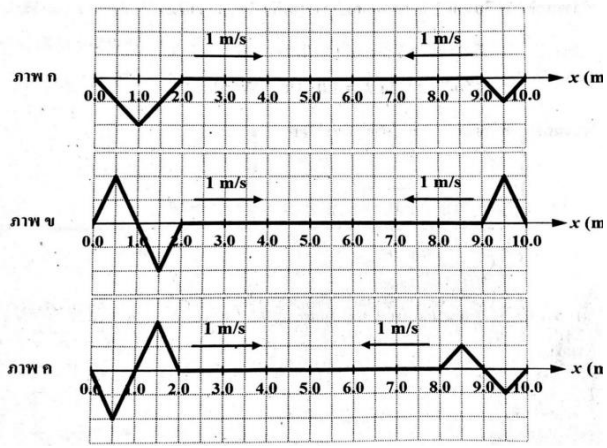


ภาพที่ 2 แสดงหน้าคลื่นใหม่ของคลื่นผิว และภาพขยายแสดงจุดตัดระหว่างคลื่นที่นักเรียนวาด

คลื่นผิวน้ำมีความถี่กี่เฮิร์ต และภาพหน้าคลื่นใหม่ที่นักเรียนวาดถูกต้องหรือไม่เพราะเหตุใด (A-Level มีนา 66)

	ความถี่(เฮิร์ต)	ความถูกต้องของหน้าคลื่นใหม่
1	1	ไม่ถูกต้อง เพราะหน้าคลื่นใหม่ต้องเกิดจากการลากเส้นสัมผัสที่เชื่อมหน้าคลื่นวงกลมเล็กๆ
2	4	ไม่ถูกต้อง เพราะหน้าคลื่นใหม่ต้องเกิดจากการลากเส้นสัมผัสที่เชื่อมหน้าคลื่นวงกลมเล็ก ๆ
3	4	ถูกต้อง เพราะหน้าคลื่นใหม่ต้องเกิดจากการลากเส้นเชื่อมจุดตัดระหว่างหน้าคลื่นวงกลมเล็ก ๆ
4	5	ไม่ถูกต้อง เพราะหน้าคลื่นใหม่ต้องเกิดจากการลากสัมผัสที่เชื่อมหน้าคลื่นวงกลมเล็ก ๆ
5	5	ถูกต้อง เพราะหน้าคลื่นใหม่ต้องเกิดจากการลากเส้นเชื่อมจุดตัดระหว่างหน้าคลื่นวงกลมเล็ก ๆ

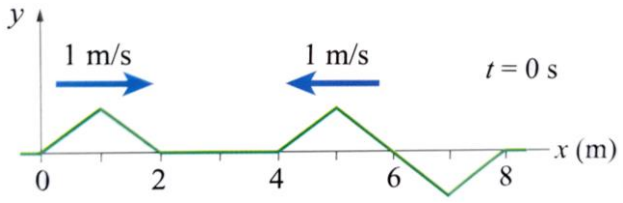
2. พิจารณาภาพคลื่นดล 2 คลื่น ที่เวลา t = 0 วินาที ซึ่งเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ดังนี้



เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที คลื่นในภาพใดเกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง (9 วิชาสามัญ 64)

1. ก เท่านั้น
2. ข เท่านั้น
3. ค เท่านั้น
4. ก และ ข
5. ข และ ค

3. มีคลื่นดล 2 คลื่น เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางเดียวกันแต่ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยอัตราเร็วของคลื่นมีค่าเท่ากับ 1.0 เมตรต่อวินาที และมีรูปร่างดังแสดงในรูปด้านล่าง



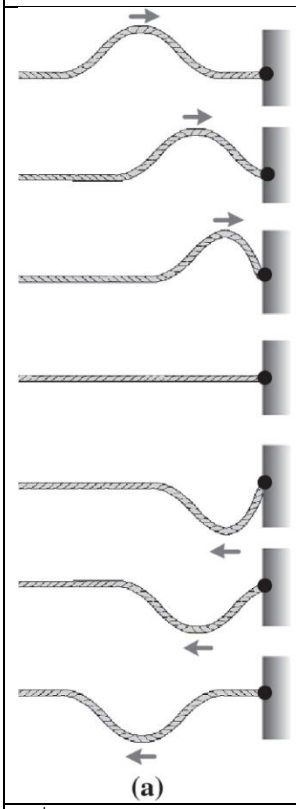
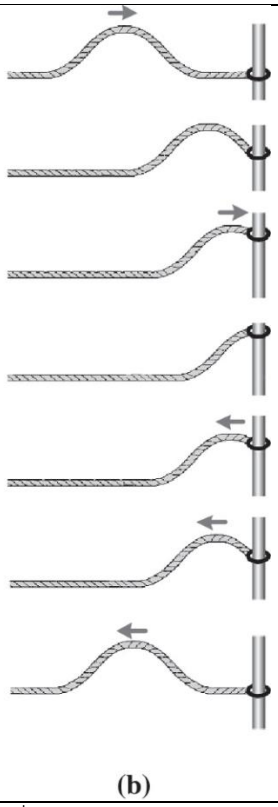
จงใช้หลักการซ้อนทับวาดรูปร่างของคลื่นรวมเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที 3 วินาที และ 4 วินาที

2.4 พฤติกรรมเกี่ยวกับคลื่น

- การสะท้อนของคลื่น

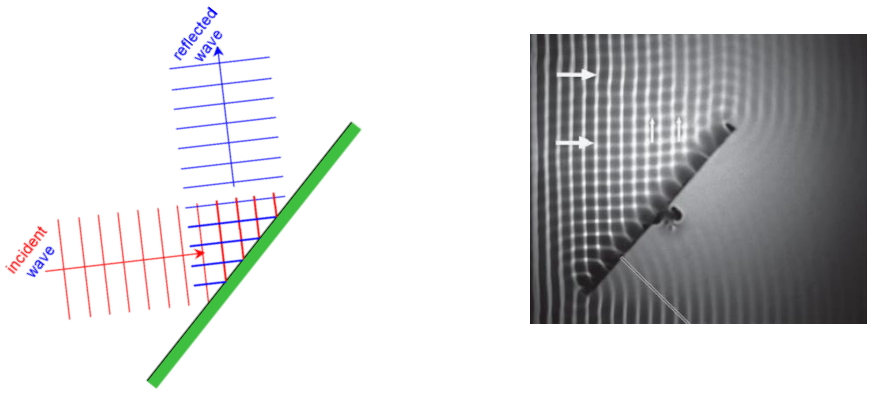
การสะท้อนของคลื่น คือการที่คลื่นเคลื่อนที่ไปตกกระทบกับสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อของตัวกลาง แล้วสะท้อนกลับไปยังตัวกลางเดิม โดยคลื่นที่สะท้อนกลับมาจะมีอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นเท่าเดิม

การสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือก

การสะท้อนที่ปลายตรึง (Fixed end)	การสะท้อนที่ปลายอิสระ (Free end)
	
คลื่นสะท้อนมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบ	คลื่นสะท้อนมีเฟสเดียวกันกับคลื่นตกกระทบ

การสะท้อนของคลื่นผิวน้ำ

คลื่นจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ไปยังแผ่นกั้น คลื่นจะสะท้อนเคลื่นที่ออกไปจากแผ่นกั้นดังรูป



รูปการสะท้อนของคลื่นผิวน้ำ

จากรูปแสดงทิศทางการแผ่และการเคลื่อนที่ของคลื่นลูกศรที่ชี้เรียกว่า **เส้นรังสี (ray)** โดยเส้นรังสีจะตั้งฉากกับคลื่นเสมอซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน

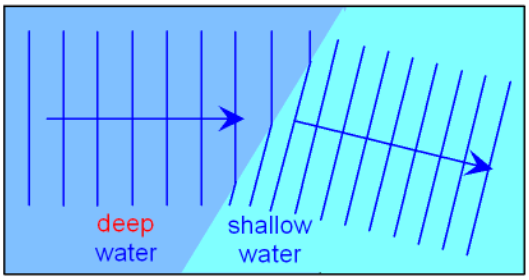
กฎการสะท้อน (law of reflection)

1. รังสีตกกระทบ (incident ray) รังสีสะท้อน (reflected ray) รอยต่อขอบเขตของตัวกลาง และเส้นแนวฉาก (normal line) อยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ (angle of incidence) เท่ากับมุมสะท้อน (angle of reflection) นั่นคือ $\theta_1 = \theta_2$

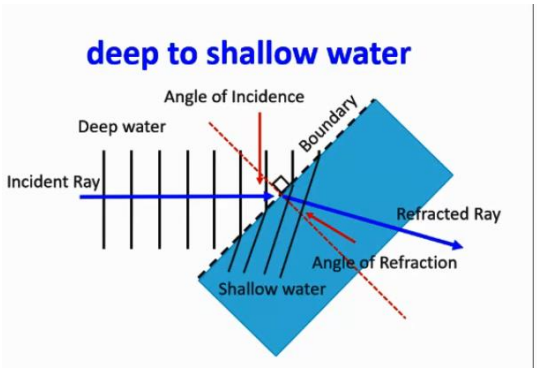
โดยที่ $v_1 = v_2$, $f_1 = f_2$ และ $\lambda_1 = \lambda_2$

การหักเหของคลื่น

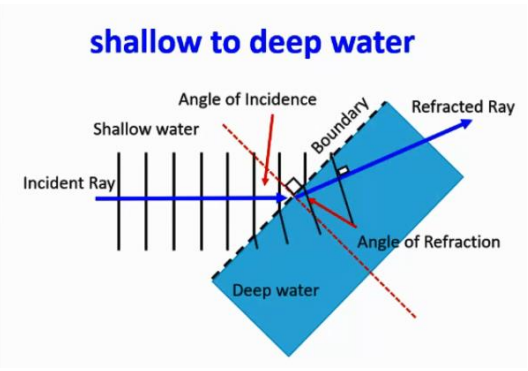
การหักเหของคลื่น คือการที่คลื่นเคลื่อนที่ไปยังรอยต่อของตัวกลางหนึ่ง (คลื่นตกกระทบ) แล้วเคลื่อนที่ผ่านไปยังตัวกลางหนึ่ง (คลื่นหักเห) โดยคลื่นตกกระทบและคลื่นหักเหมีความถี่เท่ากัน จะมีอัตราเร็วที่ต่างกันไป ซึ่งทำให้ความยาวคลื่นตกกระทบและคลื่นหักเหมีค่าต่างกันไปด้วย นอกจากนี้ทิศทางการแผ่ของคลื่นไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวตั้งฉากกับระนาบรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองดังรูป



ตัวอย่างการหักเหของคลื่นน้ำ



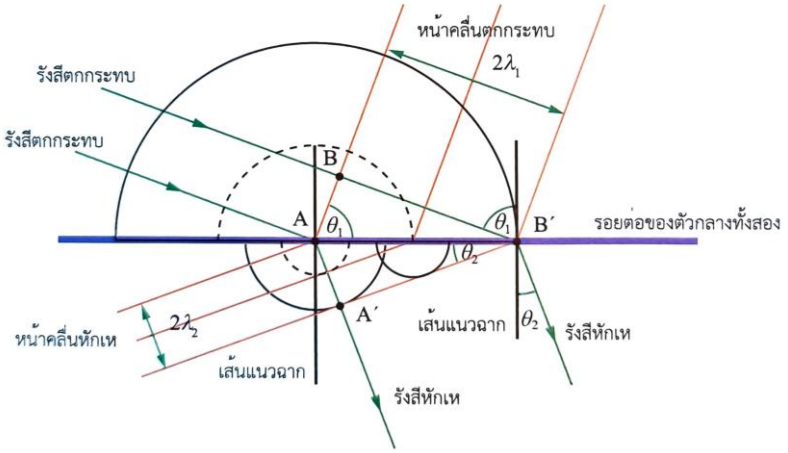
รูป ก คลื่นเคลื่อนที่จากน้ำลึกไปยังน้ำตื้น



รูป ข คลื่นเคลื่อนที่จากน้ำตื้นไปยังน้ำลึก

ที่มา https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IY7o8IosmGE

จากรูป ก เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปยังน้ำตื้น เกิดการหักเหของคลื่นซึ่งความยาวคลื่น (λ) บริเวณน้ำลึกจะมีค่ามากกว่าบริเวณน้ำตื้น และอัตราเร็ว (v) บริเวณน้ำลึกจะมีค่ามากกว่าบริเวณน้ำตื้น มุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมหักเห สรุปได้ว่าในน้ำลึก v , λ มากกว่าในน้ำตื้น



รูป การตกกระทบของคลื่น

ที่มา สสวท.,2560

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมุม θ_1 และ θ_2 กับความยาวต่างๆ ในรูป จะได้ว่า

สรุปกฎการหักเหจะได้ว่า

1. ทิศทางของคลื่นตกกระทบ เส้นแนวฉากและทิศทางของคลื่นหักเหจะอยู่ในระนาบเดียวกัน

2. “อัตราส่วนระหว่างค่า sine ของมุมตกกระทบกับค่า sine ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ”

แบบฝึกทักษะที่ การหักเหของคลื่น

1. คลื่นใดๆ เมื่อเคลื่อนที่ผ่านจากตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่ง โดยที่ไม่ตั้งฉากกับเส้นเขตระหว่างตัวกลาง จะมีการหักเห ข้อใดเป็นข้อดีที่สุดที่เป็นสาเหตุของการหักเห **(ENT'30)**

1. ความเร็วของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน
2. ความยาวคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน
3. ความถี่ของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน
4. แอมพลิจูดของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

2. ในการทดลองเรื่องการหักเหของคลื่นผิวน้ำ เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปน้ำตื้น ความยาวคลื่น λ ความเร็ว v และความถี่ f ของคลื่นผิวน้ำจะเปลี่ยนอย่างไร **(ENT'43 ต.ค.)**

1. λ น้อยลง v น้อยลง แต่ f คงที่
2. λ มากขึ้น v มากขึ้น แต่ f คงที่
3. λ น้อยลง f มากขึ้น แต่ v คงที่
4. λ มากขึ้น f น้อยลง แต่ v คงที่

3. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปยังบริเวณน้ำตื้น โดยหน้าคลื่นตกกระทบขนานกับบริเวณรอยต่อ คลื่นในบริเวณทั้งสองมีค่าใดบ้างที่เท่ากัน (ENT'37)

ก. ความถี่ของคลื่น ข. ความยาวคลื่น
ค. อัตราเร็วของคลื่น ง. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

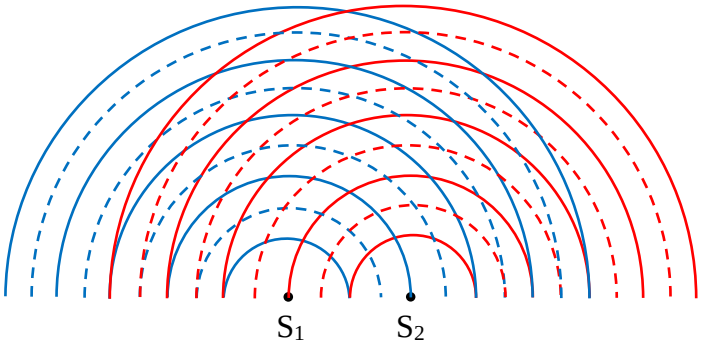
1. ก และ ข
2. ข และ ค
3. ค และ ง
4. ก และ ง

4. ถ้าคลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านจากเขตน้ำลึกไปยังน้ำตื้น แล้วทำให้ความยาวคลื่นลดลงครึ่งหนึ่ง จงหาอัตราส่วนของอัตราเร็วของคลื่นในน้ำลึกกับอัตราเร็วของคลื่นในน้ำตื้น (ENT'41 เม.ย.)

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

การแทรกสอดของคลื่น (interference)

การแทรกสอดของคลื่นเกิดจาก คลื่นทั้งสองขบวนจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ที่มีความถี่เท่ากันแต่อาจมีเฟสต่างกันหรือตรงกัน มาพบกันแล้วรวมกันแบบเสริมหรือแบบหักล้าง

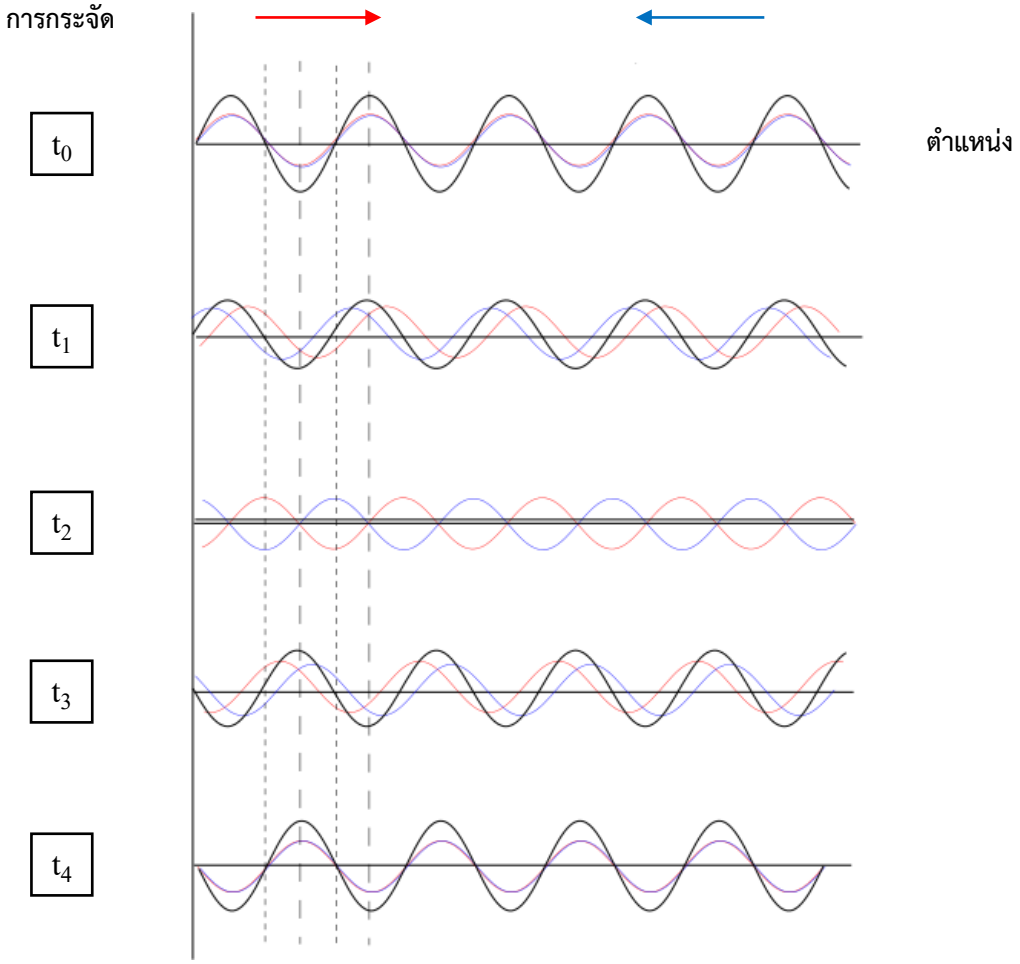


การแทรกสอดแบบเสริมกัน เกิดจากสันคลื่นของคลื่นทั้งสองมารวมกันคลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้น จะมีสันคลื่นสูงกว่าเดิม และมีท้องคลื่นลึกกว่าเดิม และจะเรียกตำแหน่งนั้นว่า **ปฏิบัพ (Antinode)**

การแทรกสอดแบบหักล้าง เกิดจากสันคลื่นจากแหล่งกำเนิดหนึ่งมารวมกับท้องคลื่นของ อีกแหล่งกำเนิดหนึ่งคลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสันคลื่นต่ำกว่าเดิม และท้องคลื่นตื้นกว่าเดิมและเรียกตำแหน่งนั้นว่า **บัพ (Node)**

คลื่นนิ่ง (standing waves)

คลื่นนิ่งเกิดจากการแทรกสอดของคลื่น 2 ขบวน ที่เหมือนกันทุกประการ (แอมพลิจูด ความถี่คลื่น และความยาวคลื่นเท่ากัน) แต่เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกัน



เส้นทึบสีดำแสดงผลการรวมกันของคลื่น 2 ขบวน (สีแดงและสีน้ำเงิน) ตามหลักการซ้อนทับ สังเกตว่าที่แต่ละตำแหน่งของคลื่นรวมจะมีการสั่นขึ้นลงเท่านั้น ทำให้ดูเหมือนว่าคลื่นรวมไม่มีการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือทางขวา จึงเรียกคลื่นรวมนี้ว่าคลื่นนิ่ง

แบบฝึกทักษะเรื่องการแทรกสอดของคลื่น

1. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งเฟสตรงกัน ห่างกัน 12 เซนติเมตร มีความถี่เท่ากัน 10 Hz และเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 40 cm/s เท่ากันจงหา

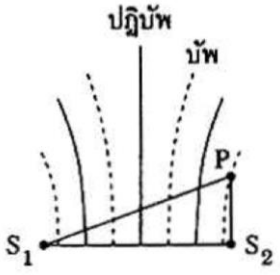
1.1 จุด x อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสองเป็นระยะ 18 และ 25 cm ตามลำดับจุด x จะอยู่บนแนวเสริมหรือหักล้างกันที่เท่าใด

1.2 จำนวนบัพและปฏิบัพที่เกิดขึ้นทั้งหมด

2. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอาพันธ์ให้หน้าคลื่นวงกลมสองแหล่งอยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตร มีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร ที่ตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเป็นระยะ 10 เซนติเมตร และ 19 เซนติเมตร ตามลำดับ จะอยู่บนแนวบัพหรือปฏิบัพที่เท่าใดนับจากแนวกลาง

1. ปฏิบัพที่ 4
2. บัพที่ 4
3. ปฏิบัพที่ 5
4. บัพที่ 5

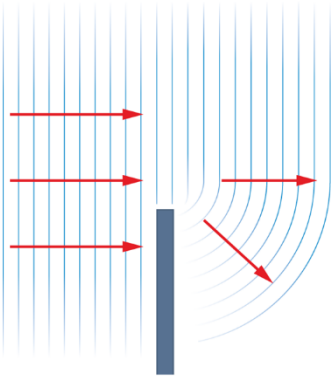
3. จากรูปเป็นภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ S_1 และ S_2 โดยมี P เป็นจุดใดๆ บนแนวเส้นบัพ S_1P = 15 เซนติเมตร, S_2P = 5 เซนติเมตร ถ้าอัตราเร็วของคลื่นทั้งสองเท่ากับ 50 เซนติเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองมีความถี่กี่เฮิรตซ์



การเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction of Wave)

การเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้นได้ เมื่อคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันเดินทางไปพบสิ่งกีดขวางที่มีลักษณะเป็นขอบหรือช่องที่มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่น ทำให้คลื่นเคลื่อนที่เลี้ยวผ่านสิ่งกีดขวางไปได้ ซึ่งอธิบายได้โดยใช้หลักของฮอยเกนส์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า **"ทุก ๆ จุกบนหน้าคลื่นอาจถือได้ว่าเป็นจุดกำเนิดคลื่นใหม่ที่ให้คลื่นความยาวคลื่นเดิมและเฟสเดียวกัน"** (ฟิสิกส์ราชมงคล: Online สืบค้นวันที่ 11 ส.ค. 2563)

การเลี้ยวเบนของคลื่นเมื่อผ่านแผ่นกั้นด้านเดียว



การเลี้ยวเบนของคลื่นเมื่อผ่านช่องเปิดที่มีระยะห่างไม่เท่ากัน

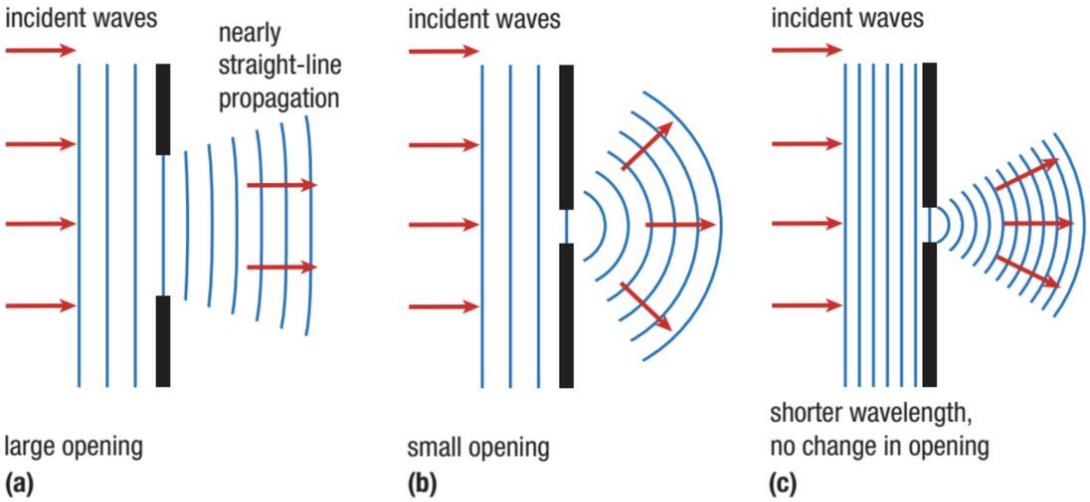


Figure 4 (a) and (b) As the size of the slit (aperture) decreases, diffraction increases. (c) With a shorter wavelength and no change in the size of the opening, there is less diffraction.