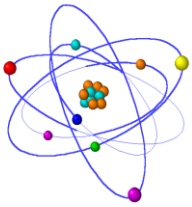


ฟิสิกส์ 1

คลื่นกล คลื่นเสียง ความร้อน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

250/1 หมู่ 1 ต.บ้านแพ้ว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร 74120

E - mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก.SPS 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพ ฯ 10230 โทร 086-341-1410

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

สุชาติ สุภาพ

ฟิสิกส์ 1 คลื่นกล คลื่นเสียง และความร้อน

530

ISBN 978-616-478-190-0

คำนำ

หนังสือ ฟิสิกส์ 1 เรื่องคลื่นกล คลื่นเสียง และความร้อนนี้ เรียบเรียงขึ้น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ราคาของหนังสืออาจจะแพงไปบ้าง เนื่องจากเป็นการจัดทำแบบปริ้นท์จำนวนน้อย หวังว่าท่านคงจะเข้าใจและให้การสนับสนุน

หนังสือนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา เดชนะ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รองศาสตราจารย์วัชระ รอดสัมฤทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัส บุณยธรรมา (ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับอุดมศึกษา)ที่ได้ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์

นอกจากนั้นยังได้รับความช่วยเหลือจากผู้บริหารมหาวิทยาลัย ฯ ทุกระดับชั้น ที่สนับสนุนส่งเสริมการทำผลงานวิชาการ และส่งเสริมการให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชนและสังคม จึงขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อไม่ได้ สามารถสั่งซื้อได้ทางไลน์หรือเฟสบุ๊คสุชาติ สุภาพ แต่ถ้าต้องการสั่งซื้อออนไลน์สั่งซื้อได้ที่ลาซาด้าหรือช้อปปี้โดยค้นหาจากหมวดหนังสือ

สุชาติ สุภาพ

โทรศัพท์ 084-091-9310

ID LINE

สารบัญ

หน้า

บทที่ 15 คลื่นกล 5

15.1 การจำแนกประเภทของคลื่น 6

15.2 การซ้อนทับกันและการแทรกสอดของคลื่น 18

15.3 อัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือก 20

15.4 การสะท้อนและการถ่ายทอดพลังงานของคลื่น 23

15.5 การวิเคราะห์คลื่นในเส้นเชือก 29

15.6 อัตราการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นไซน์ในเส้นเชือก 30

15.7 สมการคลื่น 33

บทที่ 16 คลื่นเสียง 35

16.1 การจำแนกประเภทของคลื่นเสียง 38

16.2 อัตราเร็วของคลื่นเสียง 41

16.3 สมการของคลื่นเสียง 43

16.4 ความเข้มเสียงที่มีลักษณะเป็นคาบ 46

16.5 ความเข้มเสียง 51

16.6 ระดับความเข้มเสียง 52

16.7 ระดับเสียง 55

16.8 คลื่นเสียงความเข้มสูง 58

16.9 คุณภาพของเสียง 59

16.10 คลื่นทรงกลมและคลื่นระนาบ 61

16.11 การได้ยิน 64

16.12 การก้าทอน 65

16.13 บีตส์ 73

16.14 ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ 74

16.15 คลื่นกระแทก 80

สารบัญ

หน้า

16.16 การนำความรู้เรื่องเสียง มาใช้ประโยชน์ 85

บทที่ 17 อุณหภูมิและความร้อน 91

17.1 อุณหภูมิ 91

17.2 กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ 93

17.3 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดแก๊สแบบปริมาตรคงตัว และอุณหภูมิสัมบูรณ์ 94

17.4 พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร 96

17.5 การขยายตัวของของแข็งและของเหลวเมื่อได้รับความร้อน 100

17.6 การอธิบายเกี่ยวกับแก๊สอุดมคติในระบบมหภาค 107

17.7 แผนภาพ P – V 109

17.8 แผนภาพ P – T 111

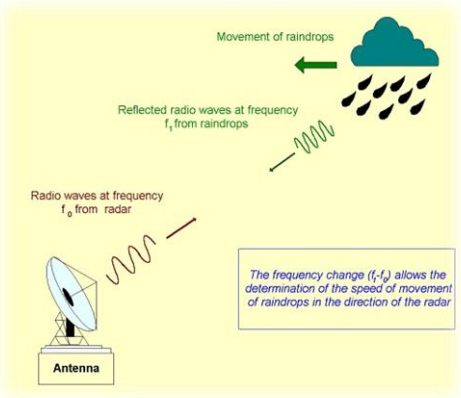
%%%%%%%%%%%%%%%

บทที่ 15
คลื่นกล

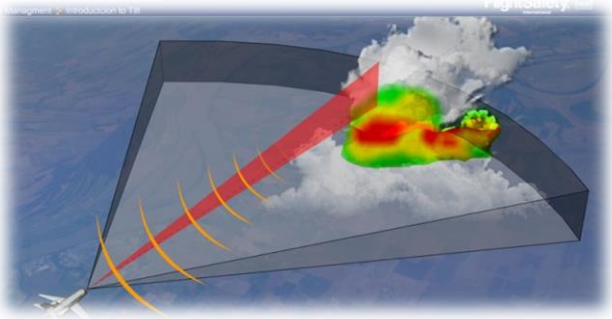
คลื่นเป็นการถ่ายทอดพลังงาน จากแหล่งกำเนิดไปยังบริเวณรอบข้าง โดยอาศัยการสั่นของตัวกลาง คลื่นมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในชีวิตประจำวันของทุกคนต้องสัมผัสกับคลื่นต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลาโดยไม่รู้ตัว เช่นในขณะที่นักศึกษากำลังอ่านหนังสืออยู่นี้ นักศึกษาก็กำลังสัมผัสกับคลื่นหลายชนิด เช่น คลื่นเสียง คลื่นแสง คลื่นวิทยุ คลื่นโทรศัพท์ รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต ฯลฯ

รูป 15.1 ในห้องเรียนก็มีคลื่นหลายชนิด

เนื่องจากทุกคนอยู่ท่ามกลางคลื่นหลายชนิดอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ก็มีการใช้คลื่นต่างๆอยู่เกือบตลอดเวลาเช่นเดียวกัน เช่นใช้คลื่นเสียงในการพูดคุยหรือติดต่อสื่อสาร ใช้คลื่นแสงในการให้ความสว่าง ใช้คลื่นโทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสาร ใช้คลื่นวิทยุ-โทรทัศน์ เพื่อความเพลิดเพลินหรือการรับข่าวสาร ใช้คลื่นไมโครเวฟในการสื่อสาร หรือการอุ่นอาหาร ใช้คลื่นเรดาร์ทำหน้าที่เสมือนเป็นตาให้กับเรือเดินทะเลและเครื่องบิน หรือใช้ในการพยากรณ์อากาศ



รูป 15.2 หลักการทำงานของเรดาร์ตรวจอากาศ



รูป 15.3 เรดาร์เป็นเสมือนตาของเครื่องบิน

ดังนั้นทุกคนจึงควรจะมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องของคลื่น เพราะความรู้เกี่ยวกับเรื่องคลื่นนี้ จะทำให้เราเข้าใจและใช้ประโยชน์จากคลื่นได้มากขึ้น ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ**คลื่นกล**(mechanical wave) เท่านั้น เพราะว่าคลื่นกลส่วนใหญ่เราจะมองเห็นและสัมผัสได้ เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับคลื่นกล จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นต่างๆ ที่มองไม่เห็นได้ง่ายขึ้น

15.1 การจำแนกประเภทของคลื่น

คลื่นเป็นรูปแบบหนึ่งของการถ่ายโอนพลังงาน จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เราจำแนกประเภทของคลื่นได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก

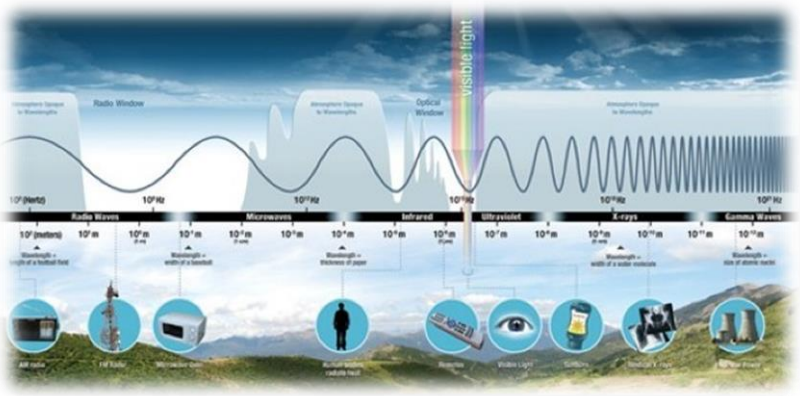
ถ้าใช้เกณฑ์เกี่ยวกับตัวกลางในการเคลื่อนที่ จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลาง	2) คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า '**คลื่นกล**' เช่น คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในสปริง ฯลฯ คลื่นพวกนี้ถ่ายทอดพลังงานและโมเมนตัม โดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลาง

รูป 15.4 คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

ส่วนคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่เรียกว่า **"คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า"** คลื่นชนิดนี้สามารถเคลื่อนที่ไปในสุญญากาศได้ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ คลื่นแสง รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา ฯลฯ

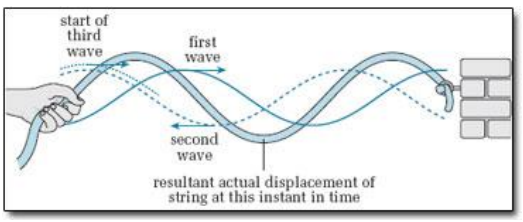


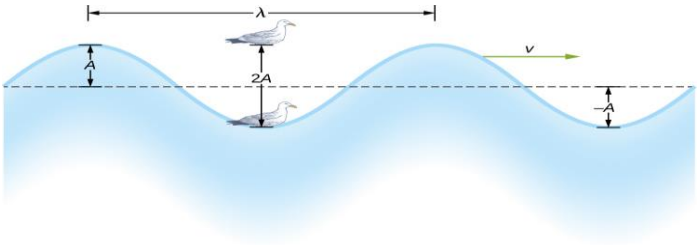
รูป 15.5 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

ถ้าใช้ลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลาง เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภท จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. คลื่นตามขวาง (transverse wave)

หมายถึงคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

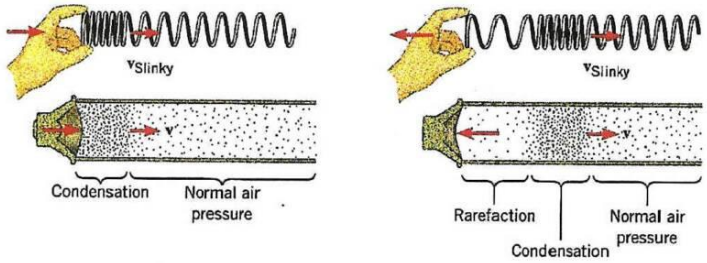




รูป 15.6 คลื่นในเส้นเชือก

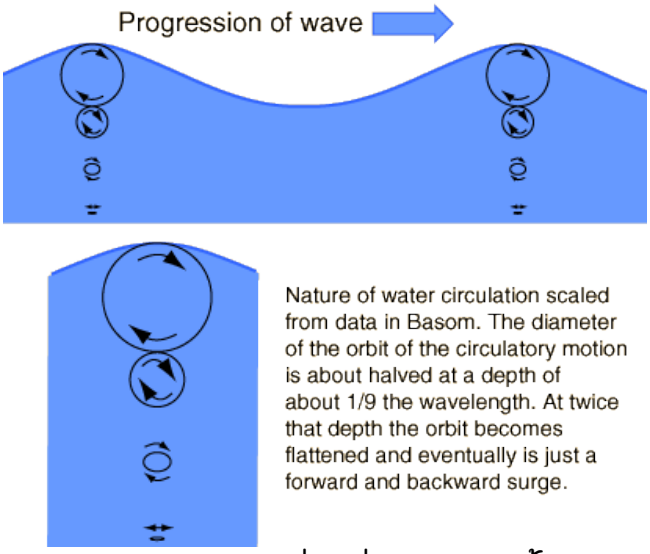
2. คลื่นตามยาว (longitudinal wave)

หมายถึงคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นในสปริง คลื่นเสียง



รูป 15.7 คลื่นในสปริงและคลื่นเสียง

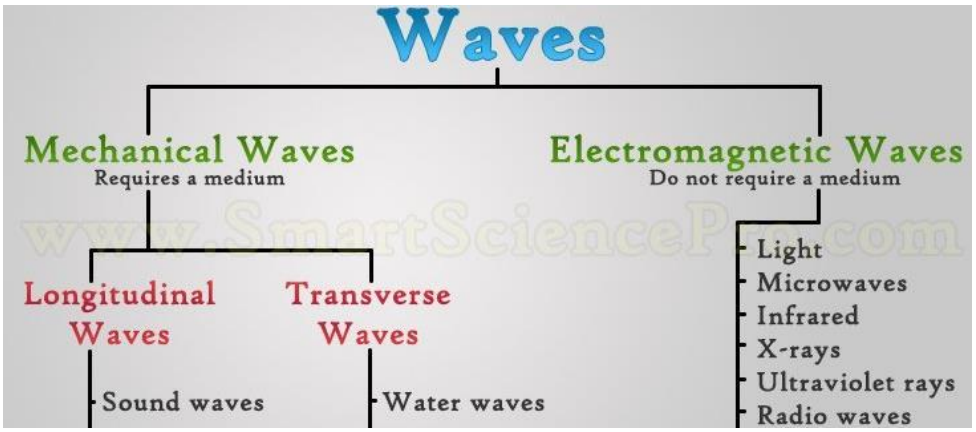
สำหรับคลื่นน้ำเป็นคลื่นผสม ระหว่างคลื่นตามขวางกับคลื่นตามยาว เนื่องจากอนุภาคของน้ำจะเคลื่อนที่ทั้งในทิศทางที่ตั้งฉาก และในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น อนุภาคของน้ำจึงเคลื่อนที่เป็นวงกลม ดังรูป 15.8



รูป 15.8 การเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำ

จากรูป 15.8 แสดงให้เห็นว่า ขณะที่คลื่นน้ำเคลื่อนที่ไป อนุภาคของน้ำบริเวณยอดคลื่น จะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ แต่อนุภาคของน้ำบริเวณท้องคลื่นจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ

สรุป คลื่นมี 2 ชนิด ดังนี้



ถ้าใช้จำนวนคลื่น เป็นเกณฑ์ในการจำแนก จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ประเภท คือ

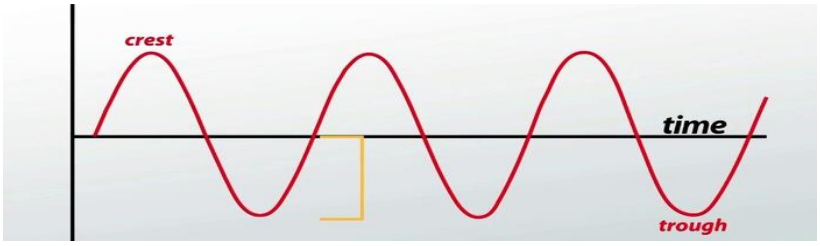
1) คลื่นดล (pulse wave)

หมายถึง คลื่นที่เกิดจากการกระตุ้นแหล่งกำเนิดเพียงครั้งเดียวหรือ 2 ครั้ง ทำให้เกิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 ลูกคลื่น เช่น การโยนก้อนหินลงในน้ำ หรือการสะบัดเชือกเพียงครั้งเดียว ก็จะเกิดคลื่นเพียงลูกเดียว ตัวอย่างของการส่งคลื่นดลที่พบเห็นได้ทั่วไปได้แก่ การที่นักศึกษากดโทรศัพท์ไปหาเพื่อนแล้วรีบวางสาย เพื่อให้เพื่อนโทรกลับ หรือการกดรีโมทเพื่อเปลี่ยนช่องโทรทัศน์

รูป 15.9 ลักษณะของคลื่นดล

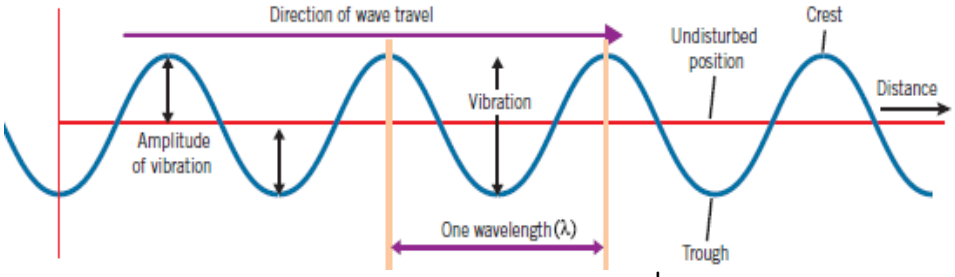
2) คลื่นต่อเนื่อง (continuous wave)

หมายถึงคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดถูกรบกวนเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไป เช่นการสะบัดเชือกต่อเนื่อง หรือการเอามือกระทุ่มน้ำต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ตัวอย่างของการส่งคลื่นต่อเนื่องที่พบเห็นได้ทั่วไป ได้แก่ การส่งคลื่นวิทยุ หรือคลื่นโทรทัศน์ของสถานีวิทยุหรือสถานีโทรทัศน์ หรือ การใช้โทรศัพท์มือถือสนทนากันเป็นเวลานาน ๆ



รูป 15.11 ลักษณะของคลื่นต่อเนื่อง

ส่วนประกอบของคลื่นตามขวาง



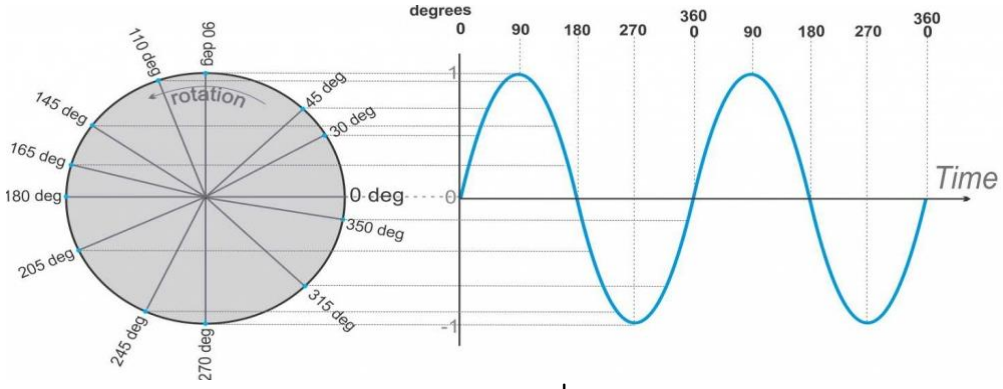
รูป 15.12 ส่วนประกอบของคลื่น

สันคลื่น (crest) หมายถึง จุดสูงสุดของคลื่น

ท้องคลื่น (trough) หมายถึง จุดต่ำสุดของคลื่น

แอมพลิจูด (amplitude ; A) หมายถึงการกระจัดสูงสุดของคลื่น

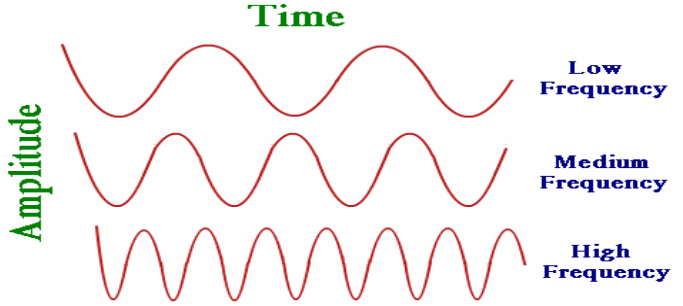
เฟส(phase) หมายถึง มุมที่ใช้บอกตำแหน่งบนคลื่นขณะที่เคลื่อนที่ โดยมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคลื่น มีหน่วยเป็นเรเดียน หรือองศา



เฟสของคลื่น

ความยาวคลื่น (wavelength ; λ) เป็นความยาวของคลื่นหนึ่งลูก มีค่าเท่ากับระยะห่าง ระหว่างจุดที่มีเฟสเดียวกันของคลื่นลูกหนึ่งกับคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไป เช่น ระยะห่างระหว่างสันคลื่นของคลื่นลูกหนึ่งกับสันคลื่นของคลื่นลูกถัดไป

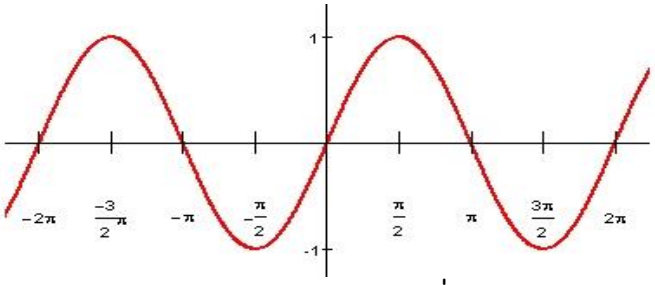
ความถี่ (frequency; f) หมายถึง จำนวนคลื่นที่ส่งออกมาในหนึ่งหน่วยเวลา



รูป 15.13 เปรียบเทียบ ความถี่ของคลื่น

คาบ (period; T) หมายถึง ช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งคลื่นหนึ่งลูกออกไป

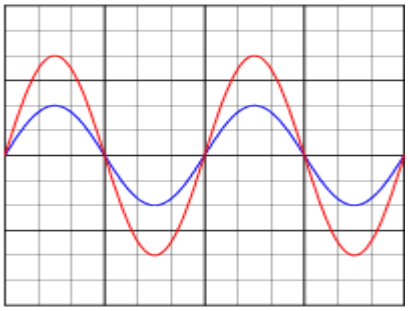
เฟส (Phase)**ของคลื่น** คือคือชื่อที่ใช้เรียกตำแหน่งต่างๆบนคลื่น นิยมบอกเป็นค่ามุม เป็นองศาหรือเรเดียน



เฟส (Phase)ของคลื่น

1. เฟสตรงกัน

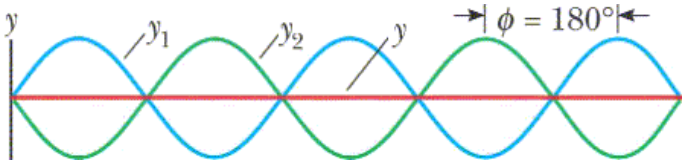
คลื่น 2 คลื่น มีเฟสตรงกันเมื่อ อนุภาคของคลื่นทั้งสองมีลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนกัน (สูงสุดพร้อมกันต่ำสุดพร้อมกัน) ดังรูป



เฟสตรงกัน

2. เฟสตรงข้ามกัน

คลื่น 2 คลื่น มีเฟสตรงข้ามกันเมื่อ อนุภาคของคลื่นทั้งสองมีลักษณะการเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน โดยมีเฟสแตกต่างกัน 180 องศา (คลื่นลูกหนึ่งมีการกระจัดสูงสุด คลื่นอีกลูกหนึ่งจะมีการกระจัดต่ำสุด) ดังรูป



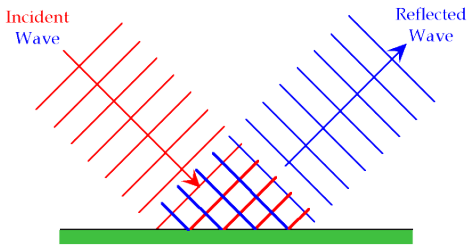
เฟสตรงข้ามกัน

อัตราเร็ว (speed) หมายถึงระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความยาวคลื่นกับความถี่ หรือเขียนได้ว่า $v = f\lambda$

สมบัติของคลื่น (wave properties)

สมบัติของคลื่นมี 4 อย่าง คือ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

1) สะท้อน (reflection) เกิดจากคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวางหรือเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วมีการสะท้อนกลับมายังตัวกลางเดิม



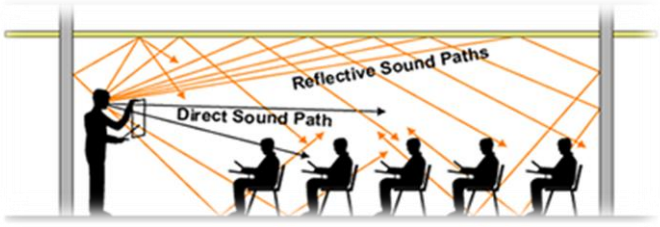
รูป 15.14 การสะท้อนของคลื่น

สำหรับเสียงสะท้อน มีทั้งที่เป็นคุณและเสียงสะท้อนที่เป็นโทษ สำหรับเสียงสะท้อนที่เป็นคุณจะช่วยเพิ่มความดังและความอิ่มตัวให้กับเสียงตรง ส่วนเสียงสะท้อนที่ให้โทษจะทำให้เสียงตรงลดความดังลง หรือทำให้เสียงไม่สม่ำเสมอ ขาดหายไปเป็นบางช่วง (เกิดจากการแทรกสอดของเสียง) เสียงสะท้อนที่ให้โทษยังทำให้แยกเสียงของเครื่องดนตรีที่มีโทนเสียงคล้ายกันได้ยากขึ้น เช่น ปี่โอโบ กับฟรุต ถ้าเล่นโน้ตเดียวกัน ผู้ฟังอาจไม่สามารถเสียงได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงปี่โอโบหรือเสียงใดเป็นเสียงฟรุต ถ้ายังนึกประโยชน์เสียงสะท้อนไม่ได้ ให้ลองยกเครื่องเสียงชั้นดีไปเปิดในที่โล่งที่ไม่มีการสะท้อน เช่น ในสนามหญ้า แล้วนักศึกษาก็จะพบว่าเครื่องเสียงนั้นเปลี่ยนไปเสียงไม่ได้ดีสมราคาเหมือนกับการเปิดเครื่องเสียงนั้นในห้อง นอกจากนั้นเสียงเบสจะหายไปเลย

สำหรับห้องเสียงทั้งหลายควรมีเสียงสะท้อนอยู่บ้าง เพื่อไม่ให้เสียงแห้งเกินไป หากมีการจัดเก็บเสียงสะท้อนมากเกินไป โทนเสียงหรือลักษณะเฉพาะของเสียงจะเพี้ยนไป ฟังดูไม่เป็นธรรมชาติ ดังนั้น ห้องคาราโอเกะ ห้องบรรยาย หรือห้องประชุม ควรมีเสียงสะท้อนบ้าง แต่จะต้องไม่ปล่อยให้มีเสียงสะท้อนมากเกินไป ผู้ฟังจะฟังไม่รู้เรื่อง ห้องประชุมขนาดใหญ่หลายแห่งมักมีปัญหาเกี่ยวกับเสียงสะท้อนนี้

เสียงสะท้อน และเสียงตรง

เสียงที่เราได้ยินส่วนใหญ่ ประกอบด้วยเสียงที่เดินทางมาจากแหล่งกำเนิดมายังหูเราโดยตรง กับเสียงที่สะท้อนมาจากสิ่งอื่น ๆ ก่อนแล้วจึงเดินทางมาถึงหูของเรา ดังรูป



รูป 15.16 การสะท้อนของเสียงในห้องเรียน