

ฟิสิกส์ ม. ปลาช

คลื่นกล

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

133/471 หมู่ 2 (ติดกับ สนง. ที่ดินบางบัวทอง) ต.พิมลราช อ.บางบัวทอง
จ.นนทบุรี 11110

E-mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก. SPS 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230

คำนำ

หนังสือ ฟิสิกส์ มัธยมศึกษา ปลาย เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเข้าใจถึงธรรมชาติของการส่งผ่านพลังงานในรูปแบบของคลื่น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและต่อเนื่องไปยังระดับที่สูงขึ้น คลื่นกล คือ การถ่ายทอดพลังงานผ่านตัวกลาง โดยไม่ทำให้อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปกับคลื่น เช่น คลื่นน้ำ คลื่นเสียง หรือคลื่นในเชือก การศึกษาค้นคว้าคลื่นกลช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ รอบตัว ทั้งในด้านการเคลื่อนที่ การสั่นสะเทือน และการสื่อสาร หนังสือเล่มนี้ได้นำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ประเภทของคลื่น สมบัติของคลื่น การสะท้อน หักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน พร้อมทั้งเสริมด้วยแผนภาพ อธิบายแนวคิดให้เข้าใจง่าย และแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะช่วยส่งเสริมทักษะทางฟิสิกส์ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับพฤติกรรมของคลื่น และจุดประกายความสนใจในวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ

ถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ ร้านนายอินทร์ , MEB , อุกฤษ , ซีอีดี , htextures , ศูนย์หนังสือจุฬาฯ และ DDebook

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้
(ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

สารบัญ

	หน้า
บทที่ ๑ คลื่นกล	4
๑.1 ชนิดของคลื่น	5
๑.2 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล	18
๑.3 คลื่นผิวหน้า	๒2
๑.4 หลักของฮอยเกนส์	๒3
๑.5 การซ้อนทับกันของคลื่น	๒4
๑.6 สมบัติของคลื่น	31
๑.6.1 การสะท้อน	31
๑.6.2 การหักเห	38
๑.6.3 การแทรกสอด	39
๑.6.4 การเลี้ยวเบน	42
๑.7 คลื่นนิ่ง	45
๑.8 ความถี่ธรรมชาติ	55
๑.9 การสั่นพ้องหรือการกำทอน	56

%%%%%%%%%

บทที่ ๑ คลื่นกล

เคยโยนก้อนหินลงไปใต้น้ำไหม? เราจะเห็นว่าเกิดคลื่นน้ำกระจายออกเป็นวง ๆ ทั้งที่น้ำเองไม่ได้เคลื่อนที่ตามไป แต่สิ่งที่เดินทางออกไปจากจุดนั้นคือ “พลังงาน” ที่ถูกส่งผ่านน้ำในรูปของ คลื่น คลื่นแบบนี้เรียกว่า คลื่นกล เพราะต้องอาศัย “ตัวกลาง” เช่น น้ำ อากาศ หรือของแข็ง ในการส่งผ่านพลังงาน ถ้าไม่มีตัวกลาง คลื่นก็ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ในบทเรียนนี้ เราจะได้รู้จักลักษณะต่าง ๆ ของคลื่นกล เช่น

- คลื่นตามขวาง กับ คลื่นตามยาว
- คำศัพท์สำคัญอย่าง แอมพลิจูด ความถี่ ความยาวคลื่น และคาบ
- ความเร็วของคลื่น และการแทรกสอดของคลื่น

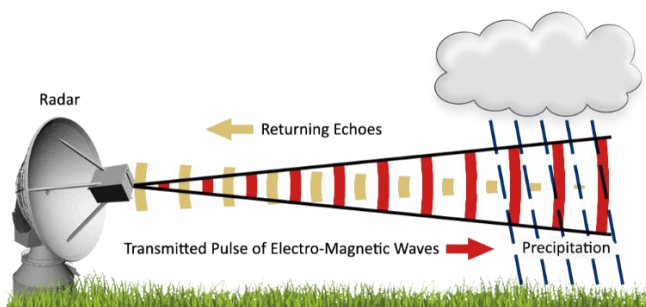
นอกจากนี้ เรายังจะได้เห็นว่าคลื่นกลไม่ใช่แค่คลื่นในน้ำ แต่รวมถึงคลื่นเสียง คลื่นในเชือก หรือแม้แต่แรงดันสะท้อนจากแผ่นดินไหว ทุกอย่างล้วนเป็นคลื่นกลที่ส่งผ่านพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อเข้าใจคลื่นกลแล้ว เราจะสามารถวิเคราะห์พลังงาน การสื่อสาร และปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างแม่นยำมากขึ้น และเป็นพื้นฐานสำคัญต่อเรื่อง “เสียง” และ “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” ในบทต่อไปด้วยครับ

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

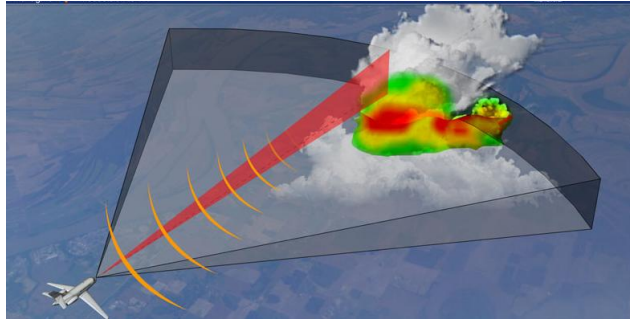


รูป 9.1 ในห้องเรียนก็มีคลื่นหลายชนิด

เนื่องจากทุกคนอยู่ท่ามกลางคลื่นหลายชนิดอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นก็มีการใช้คลื่นต่าง ๆ อยู่เกือบตลอดเวลา เช่นเดียวกัน เช่นใช้คลื่นเสียงในการพูดคุยหรือติดต่อสื่อสาร ใช้คลื่นแสงในการให้ความสว่าง ใช้คลื่นโทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสาร ใช้คลื่นวิทยุ-โทรทัศน์ เพื่อความเพลิดเพลินหรือการรับข่าวสาร ใช้คลื่นไมโครเวฟในการสื่อสาร หรือการอุ่นอาหาร ใช้คลื่นแรงแม่เหล็กเหนี่ยวนำเป็นเตาให้กับเรือเดินทะเลและเครื่องบิน หรือใช้ในการพยากรณ์อากาศ



รูป 9.2 หลักการทำงานของเรดาร์ตรวจอากาศ



รูป 9.3 เวการ์ เป็นเสมือนตาของเครื่องบิน

ดังนั้นทุกคนจึงควรจะมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องของคลื่น เพราะความรู้เกี่ยวกับเรื่องคลื่นนี้ จะทำให้เราเข้าใจและใช้ประโยชน์จากคลื่นได้มากขึ้น ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะคลื่นกล (mechanical wave) เท่านั้น เพราะว่าคลื่นกลส่วนใหญ่เราจะมองเห็นและสัมผัสได้ เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับคลื่นกล จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นต่าง ๆ ที่มองไม่เห็นได้ง่ายขึ้น

9.1 ชนิดของคลื่น

คลื่นเป็นรูปแบบหนึ่งของการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เราจำแนกชนิดของคลื่นได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก

ถ้าใช้เกณฑ์เกี่ยวกับตัวกลางในการเคลื่อนที่ จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ชนิด คือ

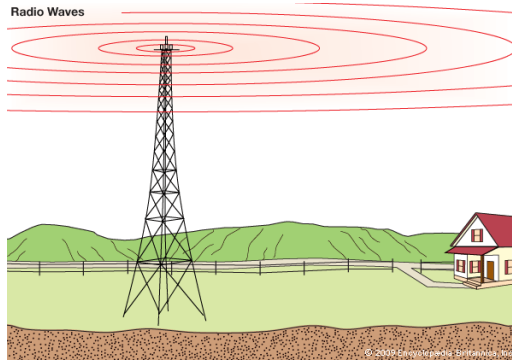
- 1) คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลาง
- 2) คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า “คลื่นกล” เช่น คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในสปริง ฯลฯ คลื่นพวกนี้ถ่ายโอนพลังงานและโมเมนตัม โดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลาง



รูป 9.4 คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

ส่วนคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เรียกว่า “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” คลื่นชนิดนี้สามารถเคลื่อนที่ไปในสุญญากาศได้ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ คลื่นแสง รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา ฯลฯ

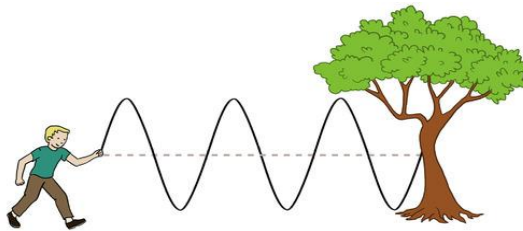


รูป 9.5 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

ถ้าใช้ลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลาง เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภท จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. คลื่นตามขวาง (transverse wave)

หมายถึงคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

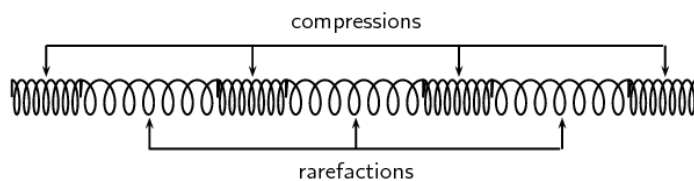


รูป 9.6 คลื่นในเส้นเชือก

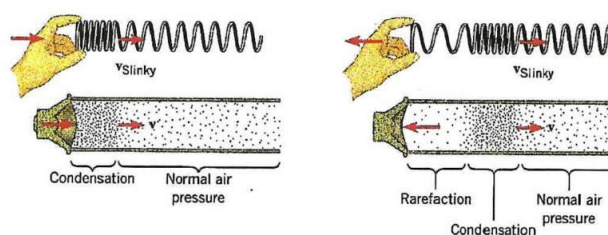
2. คลื่นตามยาว (longitudinal wave)

หมายถึงคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นในสปริง คลื่นเสียง

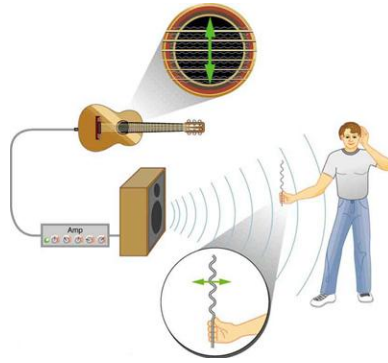
คลื่นตามยาวจะไม่มีสันคลื่นหรือท้องคลื่นเหมือนกับคลื่นตามขวาง แต่จะเป็นคลื่นอัดและคลื่นขยายสลับกันไปเรื่อย ๆ ดังรูป



รูป 9.7 ลักษณะของคลื่นตามยาว

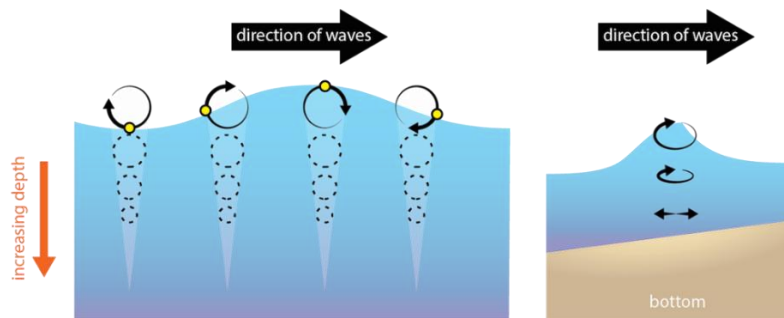


รูป 9.8 คลื่นในสปริงและคลื่นเสียง



รูป 9.9 คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว

สำหรับคลื่นน้ำเป็นคลื่นผสม ระหว่างคลื่นตามขวางกับคลื่นตามยาว เนื่องจากอนุภาคของน้ำจะเคลื่อนที่ทั้งในทิศทางที่ตั้งฉาก และในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น อนุภาคของน้ำจึงเคลื่อนที่เป็นวงกลม ดังรูป



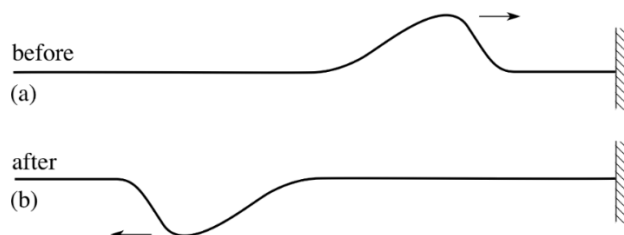
รูป 9.10 การเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำ

จากรูป 9.10 แสดงให้เห็นว่าขณะที่คลื่นน้ำเคลื่อนที่ไป อนุภาคของน้ำบริเวณขอบคลื่น จะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ แต่อนุภาคของน้ำบริเวณท้องคลื่นจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ

ถ้าใช้จำนวนคลื่น เป็นเกณฑ์ในการจำแนก จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) คลื่นเดล (pulse wave)

หมายถึง คลื่นที่เกิดจากการกระตุ้นแหล่งกำเนิดเพียงครั้งเดียวหรือ 2 ครั้ง ทำให้เกิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 ลูกคลื่น เช่น การโยนก้อนหินลงในน้ำ หรือการสับเชือกเพียงครั้งเดียว ก็จะทำให้เกิดคลื่นเพียงลูกเดียว ตัวอย่างของการส่งคลื่นเดลที่พบเห็นได้ทั่วไปได้แก่ การที่นักศึกษากดโทรศัพท์ไปหาเพื่อนแล้วรับวางสาย เพื่อให้เพื่อนโทรศัพท์กลับ หรือการกดรีโมทเพื่อเปลี่ยนช่องโทรทัศน์



รูป 9.11 ลักษณะของคลื่นเดล



รูป 9.12 คลื่นเดลของคลื่นน้ำ

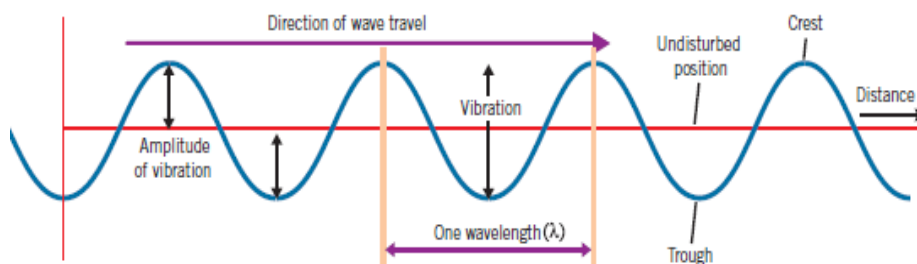
2) คลื่นต่อเนื่อง (continuous wave)

หมายถึงคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดถูกรบกวนเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไป เช่นการสั่นของเชือกต่อเนื่อง หรือการเอามือกระทุ้งน้ำต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ตัวอย่างของการส่งคลื่นต่อเนื่องที่พบเห็นได้ทั่วไป ได้แก่ การส่งคลื่นวิทยุ หรือคลื่นโทรทัศน์ของสถานีวิทยุหรือสถานีโทรทัศน์ หรือ การใช้โทรศัพท์มือถือสื่อสารกันเป็นเวลานาน ๆ



รูป 9.13 ลักษณะของคลื่นต่อเนื่อง

ส่วนประกอบของคลื่นตามขวาง



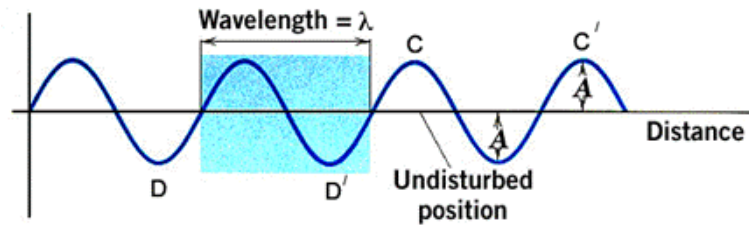
รูป 9.14 ส่วนประกอบของคลื่น

สันคลื่น (crest) หมายถึง จุดสูงสุดของคลื่น

ท้องคลื่น (trough) หมายถึง จุดต่ำสุดของคลื่น

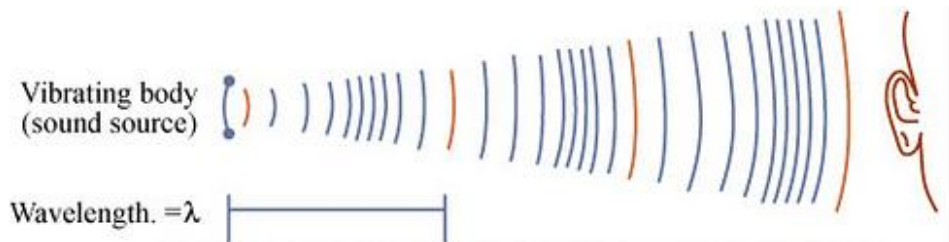
แอมพลิจูด (amplitude ; A) หมายถึงการกระจัดสูงสุดของคลื่น

ความยาวคลื่น (wavelength ; λ) เป็นความยาวของคลื่นหนึ่งลูก มีค่าเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดที่มีเฟสเดียวกันของคลื่นลูกหนึ่งกับคลื่นลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไป เช่น ระยะห่างระหว่างสันคลื่นของคลื่นลูกหนึ่งกับสันคลื่นของคลื่นลูกถัดไป



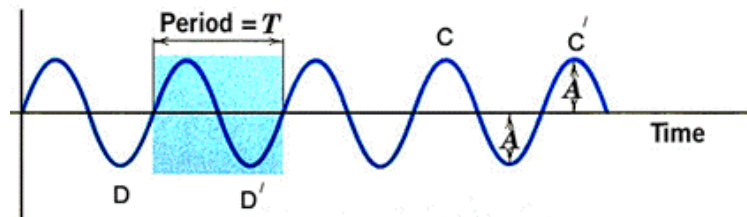
รูป 9.15 ความยาวคลื่น

ความถี่ (frequency; f) หมายถึงจำนวนคลื่นที่ส่งออกมาในหนึ่งหน่วยเวลา ความถี่ของคลื่นจะมีค่าเท่ากับความเร็วในการสั่นของแหล่งกำเนิดเสมอ

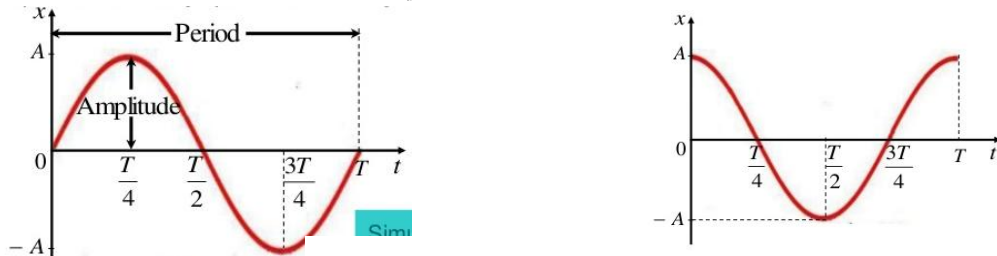


รูป 9.16 ความถี่ของคลื่นเท่ากับความเร็วของแหล่งกำเนิด

คาบ (period; T) หมายถึงช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งคลื่นหนึ่งลูกออกไป

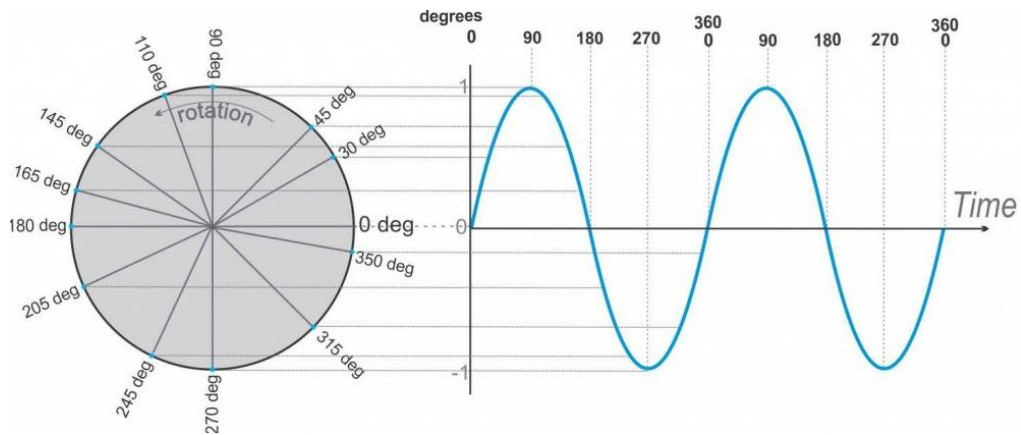


รูป 9.17 เวลา 1 คาบ



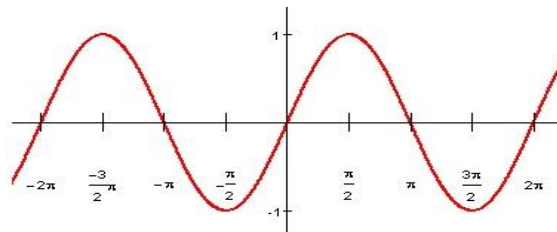
รูป 9.18 คาบหมายถึงเวลาที่ใช้ในการปล่อยคลื่นออกไปหนึ่งลูก

เฟส (phase) หมายถึงมุมที่ไซนัสกำหนดตำแหน่งบนคลื่นขณะที่เคลื่อนที่ โดยมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคลื่น มีหน่วยเป็นเรเดียน หรือองศา

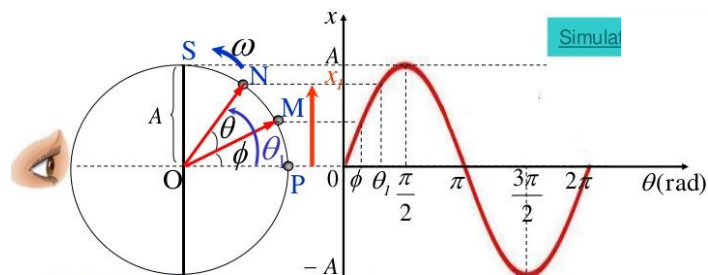


รูป 9.19 เฟสของคลื่น

เฟส (Phase) ของคลื่น คือคือชื่อที่ใช้เรียกตำแหน่งต่าง ๆ บนคลื่น นิยมบอกเป็นค่ามุม เป็นองศาหรือเรเดียน



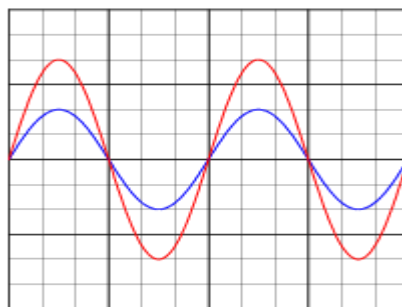
รูป 9.20 เฟส (Phase) ของคลื่น



รูป 9.21 เปรียบเทียบมุมของคลื่นกับมุมของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

1. เฟสตรงกัน

คลื่น ๒ คลื่น มีเฟสตรงกันเมื่อ อนุภาคของคลื่นทั้งสองมีลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนกัน (สูงสุดพร้อมกันต่ำสุดพร้อมกัน) ดังรูป



รูป 9.22 เฟสตรงกัน