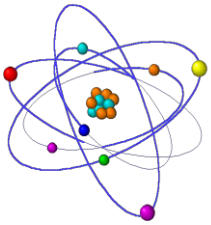


วิทยาศาสตร์น่ารู้

คลื่นและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจำหน่ายโดย

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

คำนำ

ในโลกของวิทยาศาสตร์ พลังงานและข้อมูลจำนวนมหาศาลเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งผ่านสิ่งที่เรียกว่า “คลื่น” ไม่ว่าจะเป็นเสียงที่เราได้ยิน แสงที่เราเห็น หรือสัญญาณโทรศัพท์ที่เชื่อมโยงโลกทั้งใบ ต่างก็เกี่ยวข้องกับคลื่นทั้งสิ้น หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นเพื่อพาเยาวชนและผู้อ่านทุกท่านก้าวเข้าสู่โลกของ “คลื่นกล” และ “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของปรากฏการณ์ธรรมชาติและเทคโนโลยีมากมายรอบตัวเรา ภายในเล่ม น้อง ๆ จะได้เรียนรู้ตั้งแต่ลักษณะของคลื่นกล เช่น คลื่นเสียงและคลื่นน้ำ ไปจนถึงความน่าทึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แสง อินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ พร้อมอธิบายหลักการการแพร่ การสะท้อน การหักเห และการแทรกสอดของคลื่นอย่างเข้าใจง่าย มีภาพประกอบ และตัวอย่างที่ใกล้ตัว ช่วยเปิดโลกแห่งวิทยาศาสตร์ให้กว้างไกลยิ่งขึ้น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นแสงนำทางสู่ความเข้าใจ และจุดประกายความสนใจในฟิสิกส์ของผู้อ่านทุกวัย และไม่เพียงแต่ช่วยให้เข้าใจบทเรียนเท่านั้น แต่ยังต่อยอดสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันและนวัตกรรมของอนาคตอีกด้วย

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้

〈ที่ช้อปปี้มีหนังสือมากที่สุด〉

สุชาติ สุภาพ

มือถือ 088-920-8825

สารบัญ

	หน้า
คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	4
บทที่ 1 คลื่นกล	4
1.1 คลื่นคืออะไร	5
1.2 การจำแนกประเภทของคลื่น	6
1.3 องค์ประกอบของคลื่น	8
1.4 สมบัติของคลื่น	10
1.5 คลื่นในเส้นเชือก	15
1.6 หลักของฮอยเกนส์	24
1.7 การขนส่งพลังงานโดยคลื่น	25
1.8 การแบ่งชนิดของคลื่น	28
1.9 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น	32
1.10 การซ้อนทับกันของคลื่น	33
1.11 คลื่นนิ่ง	33
1.12 การกำทอน	37
บทที่ 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	42
2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดมาจากอะไร	43
2.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกมาจากสายอากาศได้อย่างไร	45
2.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	48
2.3.1 คลื่นวิทยุ	48
2.3.2 ไมโครเวฟ	52
2.3.3 อินฟราเรด	55
2.3.4 แสง	58
2.3.5 อัลตราไวโอเลต	61
2.3.6 รังสีเอกซ์	64
2.3.7 รังสีแกมมา	67

คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

น้อง ๆ เคยสงสัยไหมว่า ทำไมเราจึงได้ยินเสียงของเพื่อนที่พูดอยู่ไกล ๆ ? หรือทำไมเราจึงสามารถดูโทรทัศน์ใช้โทรศัพท์มือถือ หรือใช้รีโมทเปิดไฟให้สว่างได้ในทันที? คำตอบของสิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับ “คลื่น” ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของพลังงานที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านอากาศหรือแม้แต่ในสุญญากาศได้ คลื่นแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่ในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรามักจำแนกคลื่นออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ “คลื่นกล” และ “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” โดยคลื่นกล เช่น คลื่นเสียง หรือคลื่นน้ำ ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แสง หรือคลื่นวิทยุสามารถเดินทางได้แม้ในสุญญากาศ

หนังสือนี้จะพาน้อง ๆ ไปรู้จักกับธรรมชาติของคลื่นทั้งสองประเภท ตั้งแต่โครงสร้างหรือส่วนประกอบของคลื่น การเกิดและการเคลื่อนที่ของคลื่น ไปจนถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญในโลกแห่งเทคโนโลยี การสื่อสาร และชีวิตประจำวันของเราทุกคน เมื่อเข้าใจพื้นฐานของคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแล้ว คุณจะพบว่าคลื่นไม่ใช่เพียงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นพลังเงียบที่ขับเคลื่อนโลกยุคใหม่ให้ก้าวไกลอย่างน่าทึ่งอีกด้วย!

บทที่ 1 คลื่นกล

การเคลื่อนที่ของคลื่น เป็นการถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังบริเวณรอบข้างโดยอาศัยสมบัติของการสั่นของอนุภาคตัวกลาง คลื่นมีหลายประเภทด้วยกัน เช่น คลื่นกล คลื่นเสียงคลื่นน้ำ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะสัมผัสกับคลื่นหลายชนิดตลอดเวลาอย่างไม่รู้ตัว เช่นในขณะที่นักเรียนกำลังอ่านหนังสืออยู่นี้ นักเรียนก็กำลังสัมผัสกับ คลื่นเสียง คลื่นแสง คลื่นวิทยุ คลื่นโทรศัพท์ รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต ฯลฯ

รูป 1.1 ในห้องนี้มีคลื่นหลายอย่าง

เนื่องจากทุกคนอยู่ท่ามกลางคลื่นหลายชนิดตลอดเวลา และทุกคนก็ใช้ประโยชน์จากคลื่นอย่างมากมาย เช่น ใช้คลื่นเสียง คลื่นแสง คลื่นโทรศัพท์ คลื่นโทรทัศน์ คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ คลื่นเรดาร์ ฯลฯ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องของคลื่น ในหนังสือนี้จะกล่าวถึงเฉพาะคลื่นกลเท่านั้น เนื่องจากเป็นคลื่นที่มองเห็นและสัมผัสได้ และศึกษาได้ง่ายกว่าคลื่นชนิดอื่น

1.1 คลื่นคืออะไร

ในตัวกลางใดๆ (เช่น น้ำ อากาศ สุญญากาศ เชือก สปริง ฯลฯ) เมื่อมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งรบกวนตัวกลางนั้น ๆ ตัวกลางจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะสมดุล แล้วการเปลี่ยนแปลงนั้นก็จะแผ่ขยายออกไปยังส่วนอื่นๆของตัวกลาง เราเรียกการแผ่ขยายออกไปของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ว่า “ คลื่น ” เช่น การใช้มือหรือเท้ากระทุ่มน้ำให้เกิดคลื่น หรือใช้นิ้วดีดสายกีตาร์ให้เกิดคลื่นในสายกีตาร์ หรือผิวปากเพื่อให้เกิดคลื่นเสียงในอากาศ ฯลฯ

หรืออาจกล่าวได้ว่า คลื่นคือกระบวนการถ่ายทอดพลังงานจากที่หนึ่งไปยังจุดอื่นๆ เกิดจากการรบกวนตัวกลาง ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของตัวกลางสดังนั้นคลื่นจึงเป็นกระบวนการถ่ายทอดพลังงานอย่างต่อเนื่องสคลื่นมีทั้งคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางเ และคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

ลักษณะของคลื่น

คลื่นจะมีสันคลื่นซึ่งเป็นตำแหน่งที่สูงที่สุด ท้องคลื่นซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต่ำที่สุด แอมพลิจูดซึ่งเป็นระยะกระจัดที่มีค่าสูงสุด ความเร็วคลื่น ความยาวคลื่นและความถี่คลื่น คลื่นทุกชนิดจะมีคุณสมบัติของการสะท้อน หักเห แทรกสอด และเลี้ยวเบน

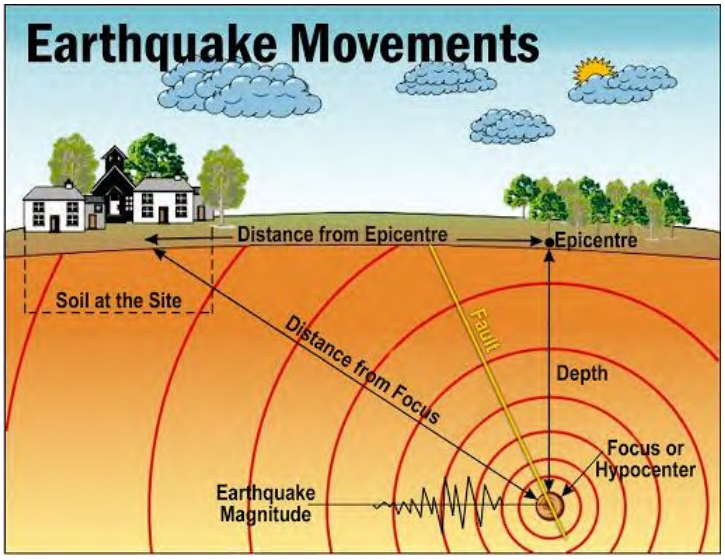
1.2 การจำแนกประเภทของคลื่น

คลื่นเป็นการเคลื่อนที่รูปแบบหนึ่งถ้าใช้เกณฑ์เกี่ยวกับการใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ จะจำแนกคลื่นได้เป็น ๒ ประเภท คือ

A) คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลาง B) คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

A) คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลาง

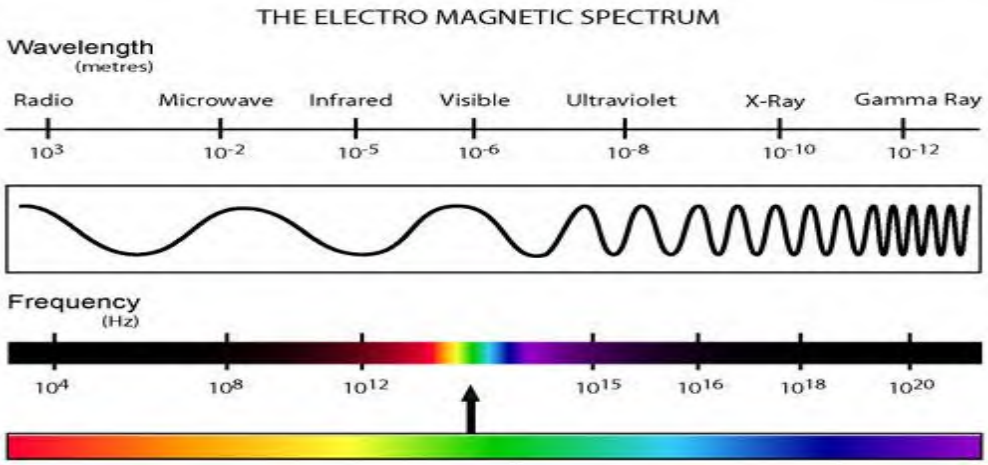
คลื่นที่ต้องมีตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงาน คลื่นชนิดนี้เรียกว่า “ คลื่นกล ” (mechanical wave) ตัวกลางจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สก็ได้ คลื่นชนิดนี้ได้แก่ คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในสปริง คลื่นแผ่นดินไหว ฯลฯ คลื่นชนิดนี้ถ่ายโอนพลังงาน โดยอาศัยสมบัติความยืดหยุ่นของตัวกลาง



รูป 1.2 คลื่นกล

2) คลื่นที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง

คลื่นที่ไม่จำเป็นต้องมีตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง คลื่นชนิดนี้ได้แก่ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด แต่โดยทั่วไปแล้วคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบนโลกก็เดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศ และมีการสูญเสียพลังงานไปในอากาศบางส่วน (ถ้าไม่มีตัวกลาง คลื่นชนิดนี้จะเดินทางได้ดีกว่า และมีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานมากกว่า)



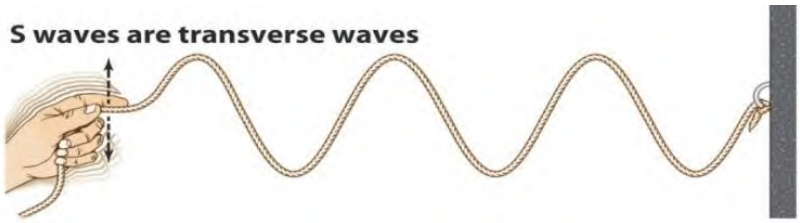
รูป 1.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ถ้าใช้ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลาง เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของคลื่น จะจำแนกคลื่นได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) คลื่นตามขวาง	2) คลื่นตามยาว

1) คลื่นตามขวาง

หมายถึงคลื่นที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นชนิดนี้ได้แก่ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

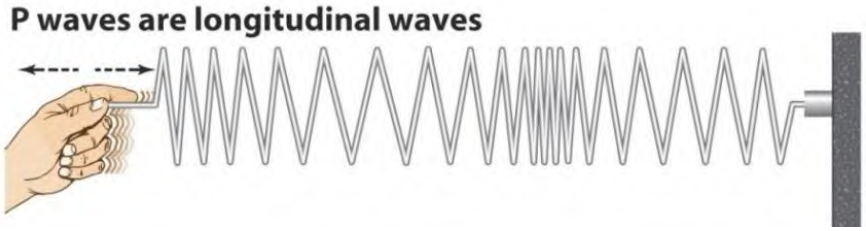


รูป 1.4 คลื่นตามขวางในเส้นเชือก

รูป 1.5 คลื่นน้ำเป็นคลื่นตามขวาง

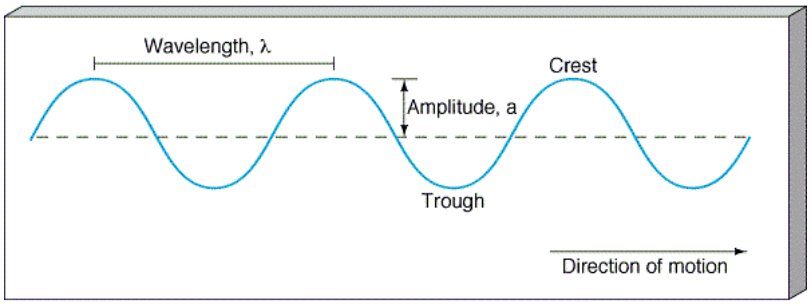
2) คลื่นตามยาว

หมายถึงคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นชนิดนี้ได้แก่ คลื่นในสปริง คลื่นเสียง



รูป 1.6 คลื่นตามยาวในสปริง

1.3 องค์ประกอบของคลื่น



รูป 1.7 ส่วนประกอบของคลื่น

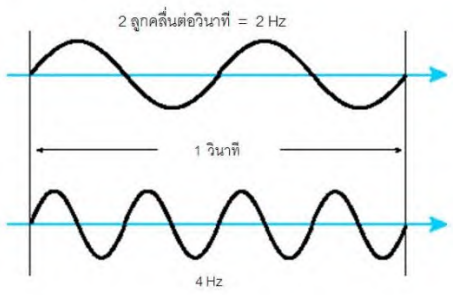
สันคลื่น เป็นตำแหน่งสูงสุดของคลื่นหรือเป็นตำแหน่งที่มีการกระจัดสูงสุดในทางบวก

ท้องคลื่น เป็นตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นหรือเป็นตำแหน่งที่มีการกระจัดสูงสุดในทางลบ

แอมพลิจูด เป็นระยะการกระจัดมากสุด ทั้งค่าบวกและค่าลบ

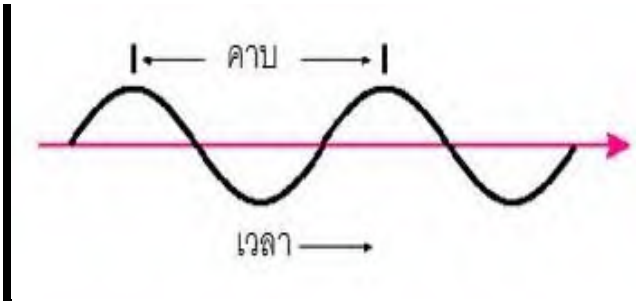
ความยาวคลื่น เป็นความยาวของคลื่นหนึ่งลูก มีค่าเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดที่มีเฟสเดียวกันของคลื่นลูกหนึ่งกับคลื่นลูกถัดไป เช่นระยะห่างระหว่างสันคลื่นของคลื่นลูกหนึ่งกับสันคลื่นของคลื่นลูกถัดไป

ความถี่ หมายถึงจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใดๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา



รูป 1.8 ความถี่

คาบ หมายถึงช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งคลื่นหนึ่งลูกออกไป



อัตราเร็ว หาได้จากผลคูณระหว่างความยาวคลื่นและความถี่ หรือ

$$v = f\lambda$$

รูป 1.9 ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคลื่นน้ำ

1.4 สมบัติของคลื่น

คลื่นทุกชนิดมีสมบัติอะไรบ้างที่เหมือนกัน

คลื่นทุกชนิดมีสมบัติที่เหมือนกัน 4 อย่าง ได้แก่

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

คลื่นบางชนิดยังสามารถแสดงคุณสมบัติด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การโพลาไรเซชันของคลื่นตามขวาง การกระเจิงเป็นต้น

การสะท้อน

การสะท้อน คือการที่คลื่นเคลื่อนที่ไปตกกระทบกับสิ่งกีดขวางหรือเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วมีคลื่นส่วนหนึ่งสะท้อนกลับออกมาในตัวกลางเดิม ตัวอย่างเกี่ยวกับการสะท้อนของคลื่น ได้แก่การสะท้อนของคลื่นน้ำที่เกิดจากการแล่นของเรือ หรือการสะท้อนของคลื่นเสียง และคลื่นแสงเป็นต้น

การสะท้อน ของคลื่นในเส้นเชือก

ในชีวิตประจำวันเราคงจะเคยได้ยินเสียงสะท้อนของคลื่นเสียง เห็นการสะท้อนของคลื่นแสง หรือเคยเห็นการสะท้อนของคลื่นน้ำอยู่เป็นประจำ แต่คงจะไม่ได้พบเห็นการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกบ่อยนัก ในที่นี้จะกล่าวถึงการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือก ใน 2 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้