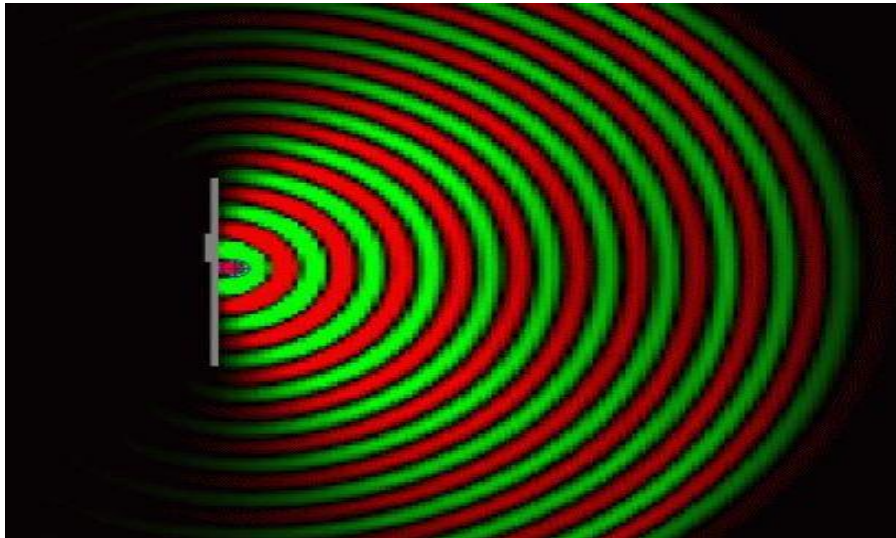


บทที่ 1

ความสำคัญของคลื่นเสียงต่อการพัฒนาศักยภาพมนุษย์และฟื้นฟูสุขภาพ



แนวคิดเกี่ยวกับคลื่นเสียง (อริยะ สุพรรณเกษัช:2545,35-39)

คลื่นเสียง คือ คลื่นความดันที่เคลื่อนที่ไปในอากาศ และมีคุณสมบัติเป็นคลื่นตามยาว การเคลื่อนที่ของเสียงไปในอากาศเคลื่อนที่ได้โดยที่อากาศไม่ได้เคลื่อนที่ตามไปด้วย อากาศเพียงแต่สั่นไปมาเมื่อมีเสียงเดินทางผ่านไปเท่านั้นเสียงอาจเคลื่อนที่ไปในของเหลว เช่น น้ำ หรือของแข็ง เช่น เหล็ก ได้เช่นเดียวกับเมื่อเคลื่อนที่ไปในอากาศ คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปในเหล็กได้เร็วกว่าเคลื่อนที่ไปในอากาศถึงสิบห้าเท่า และเคลื่อนที่ไปในน้ำเร็วกว่าเคลื่อนที่ในอากาศสี่เท่า

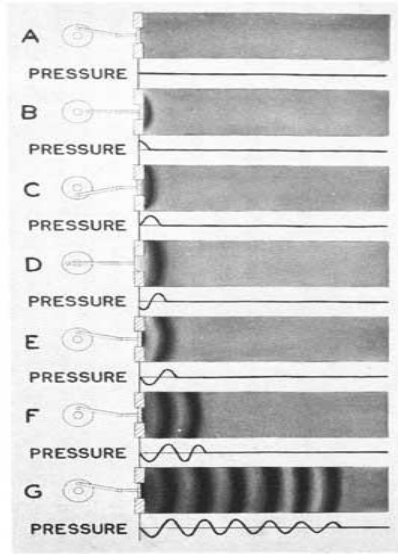
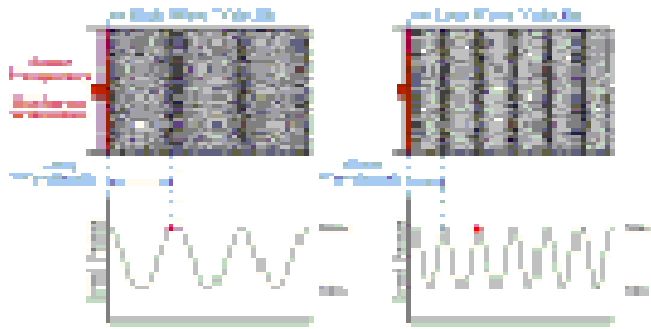
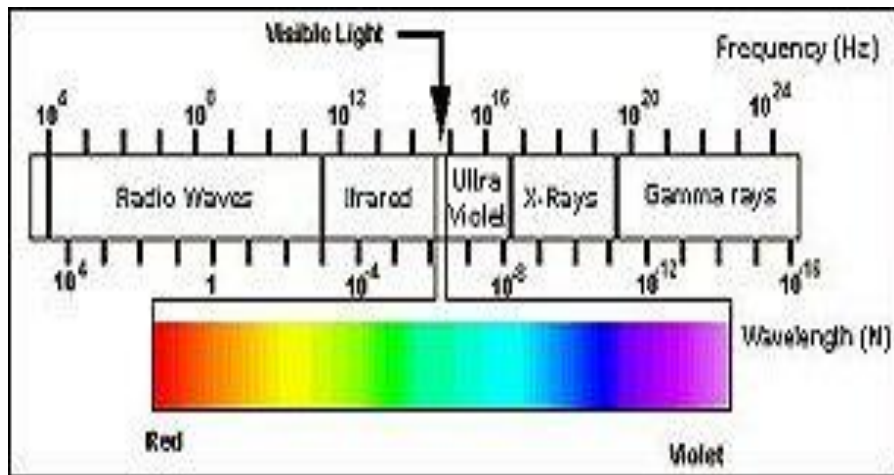


FIG. 1.3. The production of a sound wave by a vibrating or oscillating piston. The piston is moved back and forth by a crank and connecting-rod arrangement. The graph depicts the pressure. For reasons of simplicity, the conditions on the back of the piston are now shown. As in the preceding examples, the gray areas depict the normal undisturbed atmosphere, the dark-gray areas depict condensations or pressures above the normal undisturbed atmosphere, and the light-gray areas depict rarefactions or pressures below the normal undisturbed atmosphere. A. The piston is at rest. B. The crank has made a one-quarter turn. The motion of the piston produces a pressure above that of the normal undisturbed atmosphere. C. The crank has made a half turn, and the pressure at the piston is the same as that in the normal undisturbed atmosphere. D. The crank has made a three-quarter turn, and the pressure at the piston is below that of the normal undisturbed atmosphere. E. The crank has made a complete turn, and a complete cycle has been produced. The sound wave consists of one-half cycle with the pressure above the normal undisturbed atmosphere and one-half cycle with the pressure below the normal undisturbed atmosphere. F. The crank has made two turns, and a sound wave of 2 cycles has been produced. G. The crank has made six turns and a sound wave of 6 cycles has been produced. It will be seen that the amplitude of the sound pressure falls off with the distance from the sound source.

คลื่นเสียงแบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ คลื่นเสียงธรรมดา และ คลื่นเสียงรบกวน คลื่นเสียงธรรมดาคือคลื่นเสียงที่มีความยาวคลื่นเป็นระเบียบจึงทำให้หูมนุษย์ฟัง หรือเสียงที่เราต้องการสื่อสารกัน แต่คลื่นเสียงรบกวนทำให้เราเดือดร้อนรำคาญ เช่น เมื่อโยนหนังสือลงบนพื้นขณะที่หนังสือตกกระทบพื้น จะทำให้อากาศสั่นสะเทือนอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้ตึกใจหรือดงเกินไปจนเรารู้สึกไม่ชอบ คลื่นเสียงรบกวนอาจเป็นเสียงดังหรือเสียงค่อยก็ได้ เสียงพลุเป็นเสียงรบกวนชนิดเสียงดัง ส่วนเสียงน้ำหยดดังต๋ง ๆ จากก๊อกเป็นเสียงรบกวนชนิดค่อย ซึ่งแม้จะค่อยมากแต่ก็อาจทำให้เราเดือดร้อนรำคาญได้มากเช่นกัน



คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว เกิดจากการสั่นของวัตถุมนุษย์ได้ยินเสียงในคลื่นความถี่ 20-20,000 Hz เสียงที่ต่ำกว่า 20 Hz เรียกว่า คลื่นเสียงอินฟราโซนิก และคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 Hz เรียกว่าคลื่นเสียงอัลตราโซนิกเราจับฟังไม่ได้

เงื่อนไขในการเกิดคลื่น



เงื่อนไขที่สำคัญของการเกิดคลื่น ได้แก่

ข้อที่หนึ่ง คลื่นเกิดขึ้นเมื่อมีการรบกวนกระทำต่อบริเวณใดบริเวณหนึ่ง การรบกวนดังกล่าวคือ การกระตุ้นด้วยแรงต่อวัตถุหรือมวลซึ่งทำให้เกิดมีการขจัดผ่านตำแหน่งหยุดนิ่งไปมา

ข้อที่สอง การรบกวนเดินทางไปด้วยอัตราเร็วที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวกลาง จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในระยะเวลาอันจำกัด

ข้อที่สาม คลื่นต้องอาศัยตัวกลางในการเผยแพร่ออกไป ตัวกลางอาจเป็นของแข็งหรือของไหลก็ได้

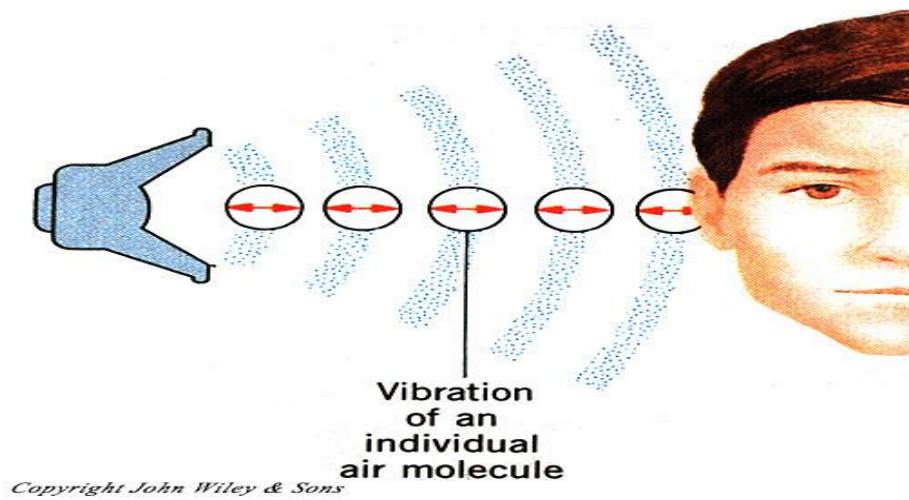
ก่อนเกิดคลื่น สภาพของตัวกลางอาจอยู่นิ่ง ๆ หรืออยู่ในสภาพไม่สมดุล เช่น การกระจายของคลื่นน้ำเมื่อโยนก้อนหินลงในสระที่ราบเรียบ ก็เป็นการรบกวนที่เกิดเป็นคลื่น ตรงกันข้ามกับคลื่นในมหาสมุทร ซึ่งสภาพก่อนเกิดคลื่น พื้นน้ำมีการกระเพื่อมอยู่แล้ว หรือการกระจายคลื่นเสียงในอากาศก็เป็นตัวอย่างคล้ายคลื่นในมหาสมุทร กล่าวคือ อนุภาคอากาศเคลื่อนที่สับสนอยู่แล้ว บางครั้งยังมีลมพัดหรือมีอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย ซึ่งทั้งนี้ก็เป็นสถานะก่อนเกิดคลื่นเสียง ในการยิงปืน ก๊าซที่ดันออกมาจากปากกระบอกปืนทำความรบกวนต่ออากาศ เกิดคลื่นเสียงกระจายออกไปซ้อนกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคอากาศซึ่งมีอยู่แล้วในทิศทางต่างๆ กัน

ความยืดหยุ่นเป็นสมบัติของตัวกลางที่จะสร้างแรงคืนตัวให้กับอนุภาคที่ถูกขจัดออกไป กลับคืนสู่ตำแหน่งสมดุลของมัน ส่วนความเฉื่อยนั้นสัมพันธ์กับมวลของตัวกลางในสองลักษณะที่สำคัญ ข้อแรกคือ อนุภาคของตัวกลางซึ่งมีมวลจะต่อต้านการเปลี่ยนสภาพ (ปกติ) และทิศทางการเคลื่อนที่ของมันเพราะมีแรงกระทำ ข้อที่สอง คือ ความสามารถที่อนุภาคส่งถ่ายโมเมนตัมและพลังงานให้กับอนุภาคมวลตัวอื่น

ความเฉื่อยและความยืดหยุ่นมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร จึงเกิดเป็นคลื่นส่งกระจายออกมา เริ่มด้วยเมื่อมีการรบกวนเกิดขึ้น และส่งโมเมนตัมให้กับอนุภาคซึ่งมีมวล จากนั้นการเคลื่อนที่จากตำแหน่งสมดุลก็จะเกิดขึ้นด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ซึ่งแล้วแต่ว่าจะเป็นตัวกลางชนิดใด เนื่องจากอนุภาคมีความเฉื่อยมันจึงยังคงเคลื่อนที่ต่อไปในทิศเดิม ด้วยความเร็วเดิมจนกระทั่งไปกระทบอนุภาคอีกตัวหนึ่งซึ่งถ้าคิดว่าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น โมเมนตัมของอนุภาคตัวแรกจะถูกถ่ายทอดให้กับอนุภาคตัวที่สองทำให้อนุภาคแรกหยุดอนุภาคที่สองจะวิ่งต่อไปในทิศเดิมเหมือนอนุภาคแรกด้วยอัตราเร็วเท่าเดิมตามธรรมชาติของความยืดหยุ่น (ทั้งนี้โดยสมมติว่ามวลของอนุภาคทั้งสองมีค่าเท่ากัน) อนุภาคแรกกระทำตัวคล้ายกับเป็นระบบของมวลและสปริงที่ถูกกระทบให้เริ่มมีการกระจัด ดังนั้นหลังจากอนุภาคแรกหยุดนิ่งอาการ สปริงของตัวกลางจะออกแรงทำให้มันถอยกลับผ่านตำแหน่งสมดุล ส่วนอนุภาคที่สองเคลื่อนที่ต่อไปจนชนอนุภาคที่สามและสี่ไปเรื่อย ๆ หลังจากชนแล้วอนุภาคตัวที่ชนจะสั่นไปมาผ่านตำแหน่งสมดุล เหมือนอนุภาคแรก และเกิดเป็นแบบลูกโซ่ต่อกันไป การกระจายคลื่นเกิดขึ้นโดยไม่มี การย้ายที่ของอนุภาคใด ๆ ไปมากนัก เป็นแต่เพียงการสั่นไปมาผ่านตำแหน่งสมดุลของมันเท่านั้น

คลื่นเสียงในอากาศเป็นคลื่นตามยาวกล่าวคือ อนุภาคของอากาศที่กระจายคลื่นจะสั่นในทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่ไป ต่างไปจากคลื่นแสง คลื่นความร้อน คลื่นวิทยุ หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่น ๆ ที่กระจายออกสู่อากาศตรงที่คลื่นเหล่านี้เป็นคลื่นตามขวาง เพราะสนาม ไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในคลื่นสั่นในทิศตั้งฉากกับทิศของคลื่นเอง

ระบบการได้ยิน



หูเป็นอวัยวะสำหรับฟังเสียง แบ่งเป็น ๓ ส่วนด้วยกันคือ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน



หูชั้นนอก

ประกอบด้วยใบหู รูหู และเยื่อแก้วหู เยื่อแก้วหูมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อประสานแผ่นบาง ๆ รูปรีดั้งอยู่ระหว่างหูชั้นนอกกับหูชั้นกลาง เมื่อมีคลื่นเสียงส่งมาตามตัวกลาง เช่น อากาศถึงใบหู ใบหูจะรวบรวมคลื่นเสียง (หรือคลื่นความดันนั่นเอง) เข้าทางรูหูซึ่งอยู่ติดกับอากาศภายนอก เข้าไปถึงเยื่อแก้วหู คลื่นเสียงนี้ทำให้เยื่อแก้วหูสั่น

หูชั้นกลาง

เป็นส่วนที่อยู่ต่อจากหูชั้นนอก มีลักษณะเป็นโพรงตั้งอยู่ในกระดูกขมับ มีกระดูกเล็ก ๆ ๓ ชิ้น ได้แก่ กระดูกรูปค้อน ทั้งและ โกลน ต่อกันอยู่ด้วยข้อต่อ ปลายด้านหนึ่งของกระดูกค้อนยึดติดอยู่กับเยื่อแก้วหู ส่วนทางด้านกระดูกโก โลนมีฐานยึดติดกับช่องรูปรี ทั้งนี้โดยอาศัยเอ็นของกล้ามเนื้อเป็นตัวยึด หน้าต่าง รูปรีเป็นทางผ่านของการสั่นสะเทือนจากเยื่อแก้วหู ซึ่งถูกส่งถ่ายทอดมาตามกระดูกทั้งสามชิ้น ไปยังช่องรูปรีเข้าสู่หูชั้นใน การทำงานของกระดูก ๓ ชิ้น มีลักษณะคล้ายระบบของคาน ซึ่งมีการได้เปรียบเชิงกลประมาณ ๓ : ๑ ผลก็คือ ระยะทางการขยับตัวของเยื่อแก้วหู น้อย เมื่อส่งผ่านเป็นการสั่นไปสู่ฐานของกระดูกโกลน แต่เกิดแรงกระตุ้นมากขึ้น บริเวณด้านล่างของหูชั้นกลางมีท่อซึ่งติดต่อกับอากาศภายนอกทางด้านหลังของจมูกเรียกว่า ท่อยูสเตเชียน ทำหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในหูชั้นกลางให้เท่ากับความดันบรรยากาศอยู่เสมอ

หูชั้นใน

อยู่ภายในส่วนลึกของกระดูกขมับ ประกอบด้วยอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยินและอวัยวะที่ใช้ในการทรงตัว มีชื่อว่า โคเคลีย (cochlea) เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยินเสียง ลักษณะเป็นท่อยาวประมาณ ๓๐ มม. ขดเป็นวงซ้อนขึ้นรูปก้นหอยประมาณ ๒ ๑/๒ รอบ โคเคลียถูกแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน ตามความยาวโดยแผ่นเยื่อ เบซิลาร์ เมมเบรน (Basilar membrane) ช่องบนเรียก สกาลา เวสติบูลิ (Scala vestibuli) และช่องล่างเรียกว่า สกาลา ทิมปานี (Scala tympani) ช่องทั้งสองติดต่อกันที่บริเวณยอดของโคเคลีย เป็นรูเปิดเล็ก ๆ เรียกว่า เฮลิโคทริมา (Helicotrema) ภายในช่องทั้งสองมีของเหลวบรรจุอยู่

บนเบซิลาร์ เมมเบรน มีอวัยวะรับเสียงคือ ออร์แกนออฟคอร์ตี (Organ of corti) ประกอบด้วยเซลล์ขน (Tectorian membrane) และเซลล์อื่น ๆ เมื่อคลื่นความสั่นสะเทือนจากภายนอกถูกส่งมาถึงของรูปรี คลื่นจะถูกส่งผ่านของเหลวในหูชั้นในไปตามช่องบน ผ่านรูเปิดลงสู่ช่องล่าง สุดท้ายจะไปถึงช่องรูปวงกลม ระหว่างที่มีคลื่นรบกวนเดินผ่านตามเส้นทางดังกล่าว เบซิลาร์ เมมเบรนจะ ถูกกระตุ้นให้สั่น เซลล์ขนซึ่งมีความไวสูงจำนวนมากจะเปลี่ยนความสั่นสะเทือนให้เป็นศักย์ไฟฟ้า กลายเป็นกระแสประสาทส่งตามเส้นประสาทเสียงเพื่อแปลเป็นความรู้สึกของเสียงออกเป็นเสียงให้เราได้ยิน อัตราการผลิตกระแสประสาทของเซลล์ขนขึ้นอยู่กับความเข้มและความถี่ของคลื่นเสียง นอกจากนี้คลื่นนี้ยังถูกส่งไปตามส่วนอื่น ๆ ของร่างกายด้วย ซึ่งถึงจะไม่มีการได้ยินเหมือนหู แต่ก็เกิดแรงอัดและแรงขยายเป็นจังหวะในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า

ความสัมพันธ์ของคลื่นเสียงกับดนตรี

เราพบว่าดนตรีเกิดขึ้นจากการประสานเรียงร้อยของคลื่นเสียงที่อาจผลิตมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงซึ่งได้แก่เครื่องดนตรีชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นมาประสานเสียงกัน หรืออาจผลิตจากแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงอื่นที่ไม่ใช่เครื่องดนตรีก็ได้ ภายใต้การประพันธ์ร้อยเรียงของมนุษย์