เสียง

เสียง

1 ธรรมชาติของเสียง

- การเคลื่อนที่ของเสียง
- อัตราเร็วของเสียง
- พฤติกรรมของเสียง

2 การได้ยินเสียง

- ความเข้มของเสียง
- ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน
- ระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพของเสียง
- มลพิษทางเสียงและการป้องกัน

3 ปรากฏการณเกี่ยวกับเสียง

- คลื่นนิ่งของเสียง
- การสั่นพ้องของเสียงในท่อ
- บีต
- ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

4 การประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง

1. ธรรมชาติของเสียง

เมื่อวัตถุเกิดการสั่นจะเกิดเสียงขึ้น เช่น การสั่นของเส้นเสียงในกล่องดนตรี ขณะที่มีการเปล่งเสียงพบว่ามีการสั่นอยู่ในลำคอ หรืออาจสังเกตได้จากสายกีตาร์เมื่อสายกีตาร์สั่นจะเกิดเสียงแต่หากสายกีต้าร์หยุดสั่น จะไม่ได้ยินเสียง

แหล่งกำเนิดเสียง เช่น เมื่อเราดีดสายกีตาร์ พลังงานพลังงานจากการดีดจะถ่ายโอนให้กับสายกีตาร์ ทำให้สายกีตาร์สั่น พลังงานของสายกีต้าร์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานเสียงแพร่ออกไปโดยรอบ กล่าวได้ว่า เสียงเกิดจากการสั่นของสายกีตาร์ ถือว่า สายกีตาร์เป็นแหล่งกำเนิดเสียง

ตัวกลาง อากาศถือเป็นตัวกลางที่เสียงใช้ในการเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าของแข็งและของเหลวอาจเป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่ของเสียงได้อีกเหมือนกัน

ผู้ฟัง เมื่อเสียงมาถึงผู้ฟัง จะทำให้ประสาทสัมผัสในหูรับรู้และสามารถได้ยินเสียงได้

นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถการได้ยินของมนุษย์ดังนี้

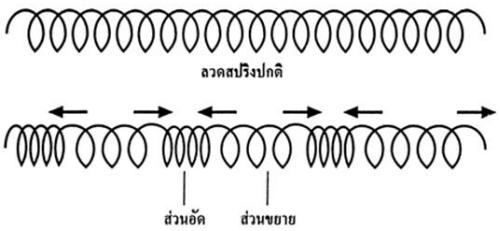
1. คลื่นที่ได้ยิน หรือ เสียง (audio Wave หรือ sound) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่อยู่ที่ช่วงมนุษย์ได้ยิน คือ 20-20,000 เฮิร์ต ซึ่งเสียงที่เราพูดจะอยู่ในช่วงความถี่ดังกล่าว
2. คลื่นใต้เสียง (Infrasonic wave หรือ infrasound) เป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน คือต่ำกว่า 20 เฮิร์ต เช่นเสียงที่ช้างใช้ในการสื่อกสารกัน
3. คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves หือ ultrasound) เป็นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงความถี่ที่มนุย์ได้ยิน สูงกว่า 20,000 เฮิร์ต เช่น สุนัขสามารถตอบสนองต่อเสียง นกหวีดความถี่สูง ในขณะที่มนุษย์ไม่ได้ยิน

การเกิดคลื่นเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ พลังงานการสั่นของวัตถุจะถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของอากาศ ทำให้โมเลกุลของอากาศสั่น แล้วถ่ายโอนโมเลกุลให้กับโมเลกุลถัดไป การสั่นของคลื่นเสียงจะมีการสั่นแบบซิมเปิลฮาร์มอนิก ดังนั้นคลื่นเสียงเป็น**คลื่นตามยาว**

การเคลื่อนที่ของคลื่น

การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางซึ่งโดยปกติ คือ อนุภาคของอากาศแต่สามารถอธิบายโดยใช้คลื่นในลวดสปริงได้ (ที่มาhttp://119.46.166.126/self_all/selfaccess11/m5/physics5_2/lesson2/content1 สืบค้นวันที่ 31/8/63)

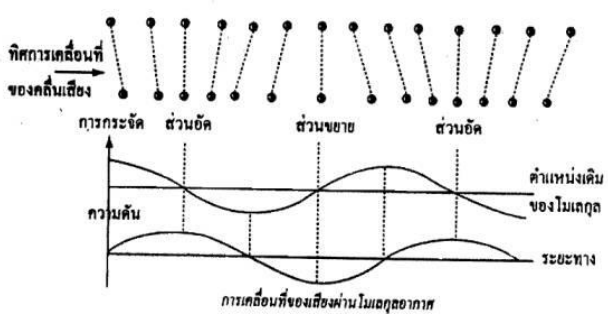


ส่วนอัด(Compression)

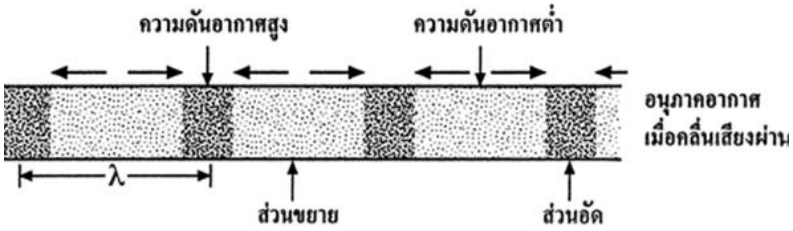
ส่วนอัดเป็นบริเวณที่อนุภาคตัวกลางอัดตัวกัน ทำให้บริเวณนี้มีความดันสูงกว่าปกติ ตรงกลางของส่วนอัดอนุภาคตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่

ส่วนขยาย (Rarefaction)

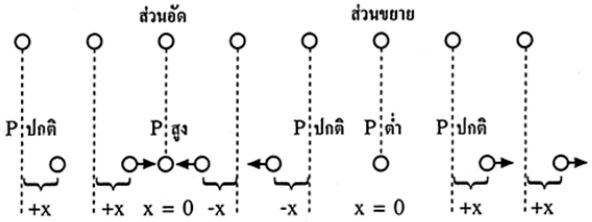
ส่วนขยายเป็นบริเวณที่อนุภาคตัวกลางแยกออกจากกัน ทำให้บริเวณนี้มีความดันต่ำกว่าปกติ ตรงกลางของส่วนขยาย อนุภาคตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่ **เมื่อให้คลื่นเสียงผ่านอนุภาคของอากาศ**



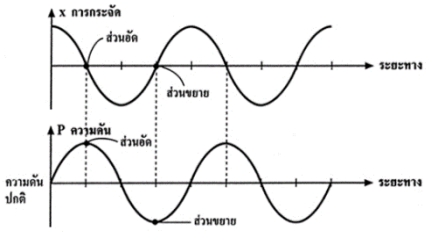
บริเวณส่วนอัดจะมีความดันอากาศสูงกว่าปกติ อนุภาคอากาศกลางส่วนอัดไม่มีการกระจัด (ไม่เคลื่อนที่) บริเวณส่วนขยายจะมีความดันอากาศต่ำกว่าปกติ อนุภาคอากาศกลางส่วนขยายไม่มีการกระจัดเช่นกัน (ที่มา http://119.46.166.126/self_all/selfaccess11/m5/physics5_2/lesson2/content1 สืบค้นวันที่ 31/8/63)



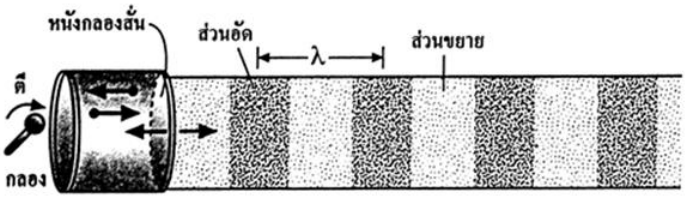
เมื่อพิจารณาคลื่นเสียงที่เคลื่อนที่ผ่านอากาศขณะหนึ่ง ลักษณะของอนุภาคอากาศตามแนวที่เสียง



ให้ x เป็นการกระจัดของอนุภาคอากาศเมื่อเสียงผ่าน และ
P เป็นความดันอากาศ เมื่อคลื่นเสียงผ่าน



กราฟระหว่างความดันกับระยะทาง และกราฟระหว่าง <u>การกระจัด</u> กับระยะทาง จะมีเฟสต่างกัน 90° ซึ่งหมายความว่า เมื่ออากาศมีความดันสูงจะเป็นบริเวณส่วนอัด แต่เมื่ออากาศมีความดันต่ำกว่าปกติ จะเป็นบริเวณส่วนขยาย ระยะห่างจากบริเวณส่วนอัดหนึ่งถึงส่วนอัดที่อยู่ติดกันเป็นความยาว 1 ช่วงคลื่น หรือเป็น<u>ความยาวคลื่น</u> (λ) (ที่มาhttp://119.46.166.126/self_all/selfaccess11/m5/physics5_2/lesson2/content1 สืบค้นวันที่ 31/8/63)



อัตราเร็วของเสียง

จากการที่ได้ศึกษาในตอนแรกมาแล้วว่า เสียงสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งในของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่พบว่า อัตราเร็วของเสียงใน ตัวกลางที่มีสถานะต่าง ๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน โดยปกติในของแข็งจะมีอัตราเร็วเสียงมากกว่าในของเหลวและแก๊ส ตามลำดับ

ตารางแสดงอัตราเร็วของเสียงในสสารต่างๆ

	ตัวกลาง	อัตราเร็วเสียง (m/s)
ของแข็ง	อะลูมิเนียม (20° C)	6,420
	แกรนิต (20° C)	6,000
	เหล็ก (20° C)	5,941
ของเหลว	คลอโรฟอร์ม (20° C)	1,004
	เอทิลแอลกอฮอล์ (20° C)	1,162
	ปรอท (20° C)	1,450
	น้ำกลั่น (20° C)	1,482
	น้ำทะเล (20° C)	1,552
แก๊ส	อากาศ (0° C)	331
	อากาศ (20° C)	343
	คาร์บอนไดออกไซด์ (0° C)	259
	ออกซิเจน (0° C)	316
	ฮีเลียม (0° C)	965

เมื่อเสียงโดยปกติที่เราได้ยินจะอาศัยตัวกลางที่เป็นอากาศ ดังนั้น เราจึงต้องศึกษาอัตราเร็วเสียงในอากาศ และพบว่า อัตราเร็วเฉลี่ยของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์

$$v \alpha \sqrt{T}$$

ถ้าอากาศที่อุณหภูมิ 0° มีอัตราเร็วเป็น v_0

และอากาศที่อุณหภูมิ t องศา C มีอัตราเร็วเป็น v_t

ดังนั้น จากความสัมพันธ์ v_0 และ v_t

สรุป

คลื่นเสียง (sound wave) เป็นคลื่นกลตามยาว เกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและถ่ายโอนพลังงานทำให้อนุภาคตัวกลางสั่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านอากาศจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการกระจัด ของอนุภาคอากาศและมีการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศ โดยกราฟการกระจัดของอนุภาคอากาศ กับตำแหน่งและกราฟความดันอากาศที่เปลี่ยนแปลงกับตำแหน่งมีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์ (sinusoidal wave) ที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา อัตราเร็วเสียงหาได้จาก v = fλ และ $v = \frac{d}{t}$ อัตราเร็วเสียงขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นและความหนาแน่นในตัวกลางที่ต่างกัน เสียงมีอัตราเร็วที่ต่างกันโดยอัตาเร็วเสียงที่เป็นของแข็งในตัวกลางจะมากกว่าของเหลวและแก๊สตามลำดับ เมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศหาอัตราเร็วได้จาก 331 +0.6T_C (ฟิสิกส์เล่ม 4 สสวท., 2560)

ตัวอย่าง 1

อัตราเร็วเสียงในอากาศในห้องมีอุณภูมิ 25 องศามีค่าเท่าใด (ฟิสิกส์เล่ม 4 สสวท., 2560)

ตัวอย่าง 2

จงหาความยาวคลื่นเสียงในตัวอย่างที่ 1 หากเสียงมีความถี่เท่ากับ 256 เฮิร์ต (ฟิสิกส์เล่ม 4 สสวท., 2560)

แบบฝึกทักษะ อัตราเร็วของเสียง

1. จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C (340 m/s) (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2553)

2. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 Hz วางไว้ในอากาศที่อุณภูมิ 25 °C คลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้มีความยาวคลื่นเท่าไร (0.5 เมตร) (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2553)

3. ถ้าอัตราเร็วเสียงในแก๊สหนึ่งที่อุณหภูมิ 27 °C วัดได้ 350 เมตรต่อวินาที ถ้าอุณภูมิเปลี่ยนไปเป็น 327 °C อัตราเร็วเสียงในแก๊สนั้นจะเป็นอย่างไร ($350\sqrt{2}$ เมตร)

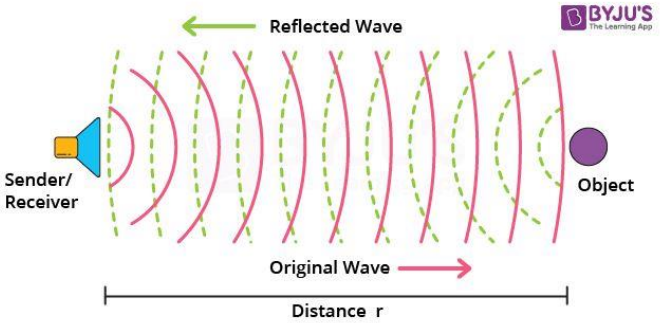
4. เสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศบริเวณหนึ่งมีอัตราเร็ว 342 เมตรต่อวินาที เมื่อผ่านไปอีกบริเวณหนึ่งอัตราเร็วเปลี่ยนเป็น 348 เมตรต่อวินาที จงหาว่าบริเวณทั้งสองมีอุณภูมิต่างกันกี่องศาเซลเซียส (10 องศาเซลเซียส)

พฤติกรรมของเสียง

เสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่มีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอด เช่นเดียวกับคลื่นทุกชนิดดังนี้

การสะท้อนของเสียง

เสียงที่ส่งผ่านไปยังสมองจะยังคงค้างอยู่นาน 0.1 วินาที ถ้าเสียงเปล่งออกไปนั้นเกิดการสะท้อนให้ได้ยินในช่วงเวลามากกว่า 0.1 วินาที เราจะสามารถแยกเสียงสะท้อนกลับและเสียงที่เปล่งออกมาได้ เรียกเสียงสะท้อนกรณีนี้ว่า **เสียงสะท้อนกลับ (echo)** แต่ถ้าเราส่งเสียงในห้องแคบ เช่นห้องน้ำ เสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นในห้องน้ำเสียงสะท้อนจะกลับมาที่หูเราในเวลาที่สั้นกว่า 0.1 วินาที จะเรียกว่า **เสียงกังวาน (reverberation)**



ตัวอย่างที่ 1 ชายคนหนึ่งอยู่บริเวณหุบเขา เขาตะโกนเข้าหาหน้าผาและได้ยินเสียงที่ตะโกนอีกครั้งในเวลา 1.4 วินาที เขาอยู่ห่างจากหน้าผาเป็นระยะทางเท่าไร เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่า 340 m/s (238m) (ฟิสิกส์ เล่ม 4 สสวท., 2560)

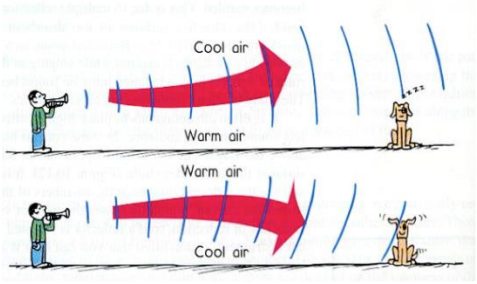
ตัวอย่าง 2 ค้างคาวส่งคลื่นเหนือเสียงไปตกกระทบเหยื่อและรับคลื่นสะท้อน ถ้าคลื่นที่ค้างคาวส่งออกไปมีความถี่ 25 kHz ค้างคาวจะสามารถตรวจพบเหยื่อที่มีขนาดเล็กสุดเท่าใดสำหรับคลื่นความถี่นี้ (1.38cm)

ตัวอย่างที่ 3 เรือหาปลาลำหนึ่งตรวจหาฝูงปลาด้วยโซนาร์ โดยส่งคลื่นกลของเสียงด้วยความถี่สูงลงไปในทะเลถ้าฝูงปลาอยู่ห่างจากเครื่องกำเนิดคลื่นไปทางหัวเรือเป็นระยะ 120 เมตร และอยู่ ลึกจากผิวน้ำเป็นระยะ 90 เมตร หลังจากส่งคลื่นกลจากโซนาร์ไปเป็นเวลานานเท่าใด จึงจะได้รับคลื่นที่สะท้อนกลับมา กำหนดให้ความเร็วเสียงในน้ำทะเลเท่ากับ 1,500 เมตร/วินาที (0.2 วินาที)

การหักเหของเสียง

เกิดขึ้นเมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันซึ่งทำให้อัตราเร็วของเสียงเปลี่ยนแปลง และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปก็ทำให้อัตราเร็วของเสียงเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งเป็นสมบัติการหักเหของคลื่น ในการหักเหของคลื่นเสียงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงเปลี่ยนไปด้วย ยกเว้นเมื่อคลื่นเสียงตกตั้งฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลางทิศทางจะไม่เปลี่ยน นอกจากนี้ลมยังมีผลต่ออัตราเร็วของเสียงในอากาศแสดงว่าลมทำให้เสียงเกิดการหักเหได้

การหักเหของเสียงเมื่อคลื่นเสียงเดินทางในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ตอนกลางวันอากาศเหนือพื้นดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศบริเวณด้านบน เสียงจะหักเหขึ้นสู่อากาศดังรูป



https://www.thermaxxjackets.com/sound-wave-refraction-acoustic-shadows/

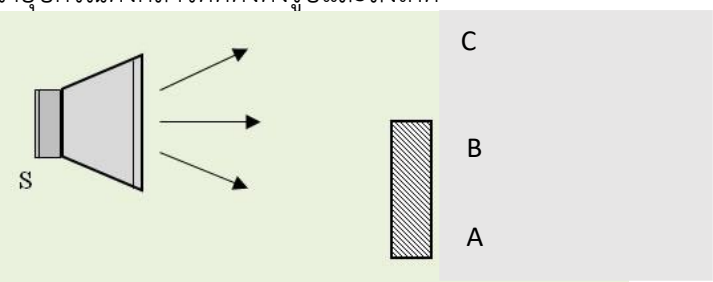
การเลี้ยวเบนของเสียง

เสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางได้ ทำให้เราได้ยินเสียงเสมอไม่ว่าจะอยู่ด้านหลังของสิ่งกีดขวาง และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง เป็นไปตามหลักของฮอยเกนต์ คือ ทุกๆ จุดบนหน้าคลื่นถือเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่

กิจกรรมการเลี้ยวเบนของเสียง

จุดประสงค์: ศึกษาความสัมพันธ์ของการเลี้ยวเบนของเสียงกับตำแหน่ง

ให้นักเรียนนำอุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งดังรูปและสังเกต



สรุปผลกิจกรรม

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ตำแหน่งของเสียงที่จุด A B และ C ได้ยินเสียงดังที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. ถ้าเสียงจากลำโพงเคลื่อนที่ไปถึงบานประตู ไม่อ้อมชอบบานประตู จะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่

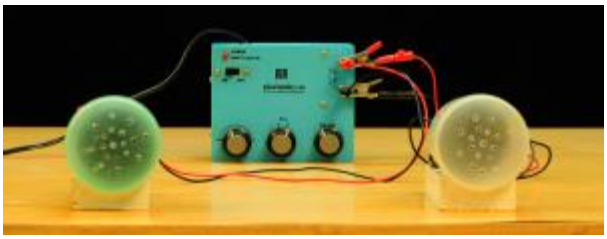
.....

การแทรกสอดของเสียง

การแทรกสอดของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่น 2 ขบวนในตัวกลางเดียวกัน มีความถี่เท่ากัน เกิดการรวมกันแบบเสริม ซึ่งจะทำให้ได้ยินเสียงดัง และตำแหน่งที่รวมกันแบบหักล้างจะได้ยินเสียงค่อย

กิจกรรมการแทรกสอดของเสียง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติการแทรกสอดของเสียง



สรุปผลกิจกรรม

.....

.....

คำถาม

1. ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัว แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่างๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้อย่างไร

.....

.....

3. ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัวสัมพันธ์กับตำแหน่งความดังของเสียงที่ได้ยินหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2 การได้ยินเสียง

การได้ยินเสียงเกี่ยวข้องกับพลังงานแอมพลิจูดของคลื่นเสียง ถ้าพลังงานที่ใช้ในการสั่นวัตถุมีค่าน้อย แอมพลิจูดของเสียงจะมีค่าน้อยตามไปด้วย ซึ่งจะได้ศึกษาต่อไปนี้

ความเข้มเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและถ่ายโอนพลังงานไปยังอนุภาคอากาศที่อยู่รอบ ๆ และส่งไปยังหู เสียงที่ผู้สังเกตได้ยินจะดังหรือค่อยขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียงนั้น

ความเข้มเสียง (Sound Intensity) เป็นสิ่งกำหนดความดัง-ค่อยของเสียง ซึ่งความเข้มเสียง ณ จุดใดๆ คือพลังงานของเสียงที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดในเวลาหนึ่งหน่วยตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

$$I = \frac{E/t}{A}$$

เมื่อ $P = \frac{E}{t}$

I เป็นความเข้มเสียง(W/m^2)

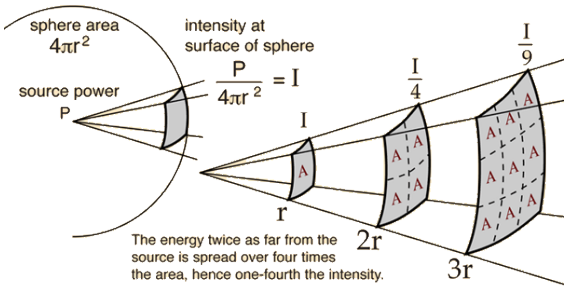
P เป็นกำลังเสียงของแหล่งกำเนิด (W)

A เป็นพื้นที่ที่เสียงแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด (m^2) กำลังเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงคือ อัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงของแหล่งกำเนิดต่อหนึ่งหน่วยเวลา

E คือ พลังงานของเสียง (J)

t คือ เวลาที่ปล่อยพลังงานจากแหล่งกำเนิด (วินาที)

ซึ่งพลังงาน (E) เสียงจะขึ้นอยู่กับค่าแอมพลิจูดของการสั่นอนุภาคอากาศ เนื่องจากการส่งพลังงานเสียงจะแผ่ออกเป็นรูปทรงกลม ดังนั้นพื้นที่ของหน้าคลื่นจะเป็นพื้นที่ผิวของทรงกลม



ดังนั้น สรุปได้ว่า ความเข้มเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังเบาของเสียง จะมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับกำลังของแหล่งกำเนิด P และระยะห่างจากแหล่งกำเนิด R

และ I α P เมื่อระยะห่าง R คงตัว

$I \ \alpha \ \frac{1}{R^2}$ เมื่อกำลังของเสียง P คงตัว

$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

A = $4\pi R^2$ และ R คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับตำแหน่งที่จะหาความเข้มเสียง

ตัวอย่าง 1 นักเรียนคนหนึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 4 m ได้ยินเสียงที่มีความเข้ม 1×10^{-10} W/m^2 นักเรียนจะต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะเท่าใด จึงได้ยินเสียงเบาที่สุด (เฉลย 40 m)

ตัวอย่างที่ 2 แหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังขยาย 80 วัตต์ ความเข้มเสียงที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 2.5 เมตร มีค่าเท่าใด (เฉลย 1.02 วัตต์ต่อตารางเมตร)

ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ความเข้มเสียงที่มนุษย์ได้ยินอยู่ช่วงที่กว้างมากเช่นความถี่ 1000 Hz เสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินคือ $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 และดังที่สุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อหูคือ $I = 1$ W/m^2 หรือ 100 W/m^2

ดังนั้นช่วงของความเข้มเสียงที่มนุษย์ได้ยินคือ 10^{-12} W/m^2 ถึง 1 W/m^2

เมื่อกำหนดให้ระดับความเข้มเสียงเป็นสัญลักษณ์ β (บีต้า)

ในหน่วย เดซิเบล (dB) ระดับความเข้มเสียง b ที่เบาที่สุดคือ 0 dB และ β ที่ดังที่สุดคือ 120 dB สามารถใช้วิธีทางคณิตศาสตร์

$$\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

เมื่อ I_0 คือ ความเข้มเสียงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน $= 1 \times 10^{-12}$ W/m^2

I คือ ความเข้มเสียงที่ตำแหน่งต่างๆ

β คือ ระดับความเข้มเสียงที่ต้องการวัด (dB)

ตารางระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

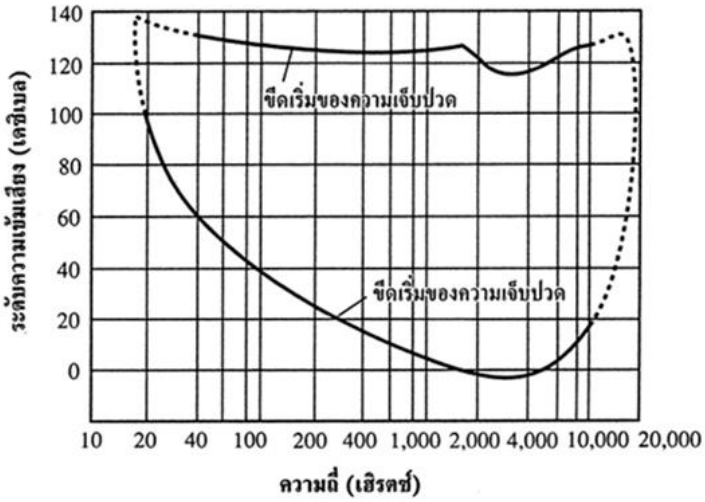
แหล่งกำเนิดเสียง	ระดับเสียง (เดซิเบล),dB	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เงียบมาก
สำนักงานที่เงียบ	50	เงียบ
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป,ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเจาะถนนแบบอัดลม	90	รับฟังบ่อยๆ การได้ยินจะ
เครื่องตัดหญ้า	90	เสื่อมอย่างถาวร
	100	
ดิสโก้เธค, การแสดงดนตรีประเภทร็อก	120	ไม่สบายหูเจ็บปวดในหูแก้วหู
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	ชำรุดทันที
เครื่องบินไอพ่นขึ้นระยะใกล้	150	
เครื่องยนต์จรวดขนาดใหญ่ในระยะใกล้	180	

เครื่องวัดระดับเสียง

เครื่องวัดระดับเสียง หรือ Sound level meter คืออุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับความดังของเสียงมีหน่วยเป็น dB (เดซิเบล)

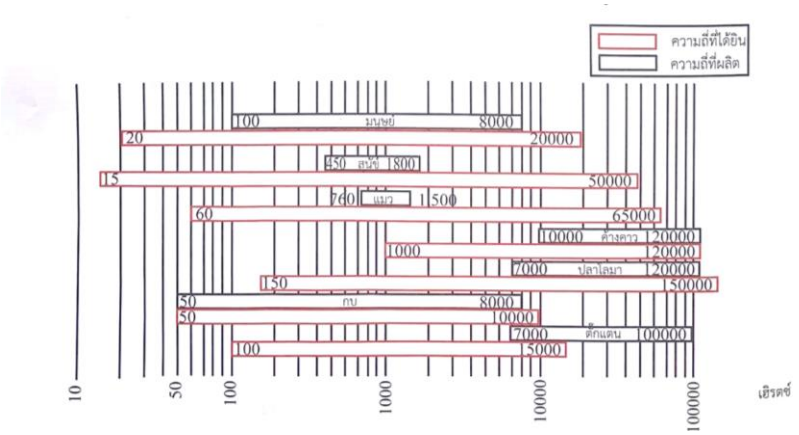
ตัวอย่างที่ 1 ระดับเสียงซึ่งมีความเข้มเสียง 3.2×10^{-7} วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่ากี่dB (55dB)

ความเข้มเสียงสูงสุด เราสามารถทนฟังได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อหูผู้ฟัง มีความเข้มเสียง 1 W/m^2 หรือ 100 W/m^2 เรียกว่า **ขีดเริ่มของความเจ็บปวด** (Threshold of pain) ความเข้มเสียงต่ำสุดที่สามารถได้ยินของหูคนปกติมีความเข้มเสียง (I_0) 10– 12 W/m^2 เรียกว่า **ขีดเริ่มของการได้ยิน** (Threshold of hearing)



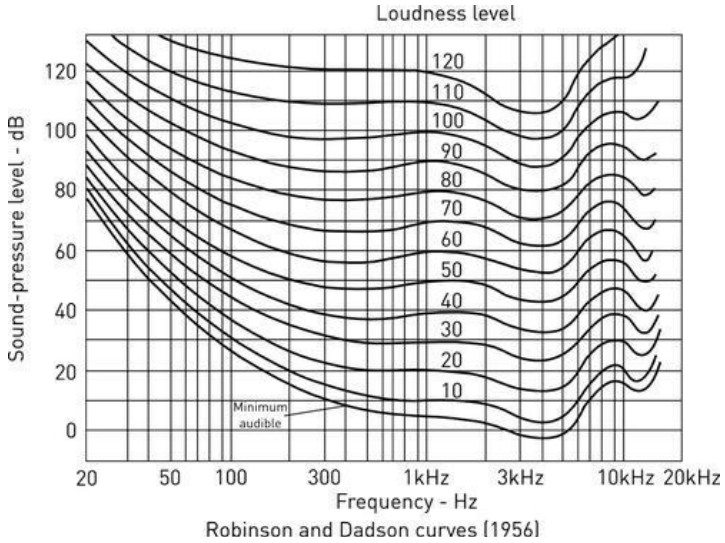
http://119.46.166.126/self_all/selfaccess11/m5/physics5_2/lesson2/content1.php

มนุษย์ได้ยินเสียงในช่วงความถี่ สำหรับสัตว์อื่น ๆ จะได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่ง ๆ เช่นกัน



แผนภาพแสดงช่วงความถี่เสียงที่สัตว์-มนุษย์ผลิตและได้ยิน

ความดัง (Loudness) หมายถึง ความรู้สึกได้ยินของมวลมนุษย์ว่าดังมากดังน้อย ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่อาจวัดด้วยเครื่องมือใด ๆ ได้โดยตรง ความดังเพิ่มขึ้นตามความเข้มเสียง ความรู้สึกเกี่ยวกับความดังจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับความเข้มเสียง โดยถ้า I แทนความเข้มเสียง ความดังของเสียงจะแปรผันโดยตรงกับ log I หรืออาจกล่าวได้ว่า ความดังก็คือระดับความเข้มเสียงนั่นเอง หูของคนสามารถรับเสียงที่มีความดังน้อยที่สุดคือ 0 dB และมากที่สุดคือ 120 dB



ความถี่เสียง (f) ที่คนรับรู้หรือได้ยินนั้นจะต้องสัมพันธ์กับระดับความเข้มเสียง ซึ่งระดับความเข้มเสียงที่น้อยที่สุดที่ทำให้เริ่มได้ยินสำหรับความถี่เสียง หนึ่งอาจจะเป็น 30 dB ก็ได้ เช่น ความถี่เสียงที่ 100 Hz เราจะเริ่มได้ยินเสียงที่ระดับความเข้มเสียง 40 dB เป็นต้น หน่วยความดังเสียงคือ **ฟอน (phon)**

แบบฝึกทักษะ

1. จุด A อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 4 m มีระดับความเข้มเสียง 80 dB ที่จุด B มีระดับความเข้มเสียง 60 dB อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะเท่าใด (เฉลย 40 เมตร)

2. ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงจันหนึ่งวัดความเข้มเสียงได้ 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร ณ ตำแหน่งนี้จะมีค่าระดับความเข้มเสียงเท่าใด (เฉลย 20 dB) (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2553)

3. วางเครื่องวัดระดับความเข้มเสียงจากลำโพง 10 เมตร พบว่าระดับความเข้มเสียงเท่ากับ 80 dB กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเป็นเท่าใด (เฉลย 12.56×10^{-2} วัตต์) (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2553)

4. แหล่งกำเนิดเสียงส่งพลังงานด้วยอัตรา $\pi \times 10^{-8}$ วัตต์ ผู้ฟังซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 10 เมตร จะได้ยินเวชสียงมีความเข้มเสียงเท่าใด (เฉลย 2.5 $\times 10^{-11}$ เมตร) (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2553)

5. ผึ่งตัวหนึ่งกระพือปีกทำให้เกิดเสียงที่มีกำลัง $4\pi \times 10^{-11}$ วัตต์ ถ้าผึ้งตัวนี้เกาะอยู่บนพื้นแล้วกระพือปีกและถือว่าพื้นสะท้อนได้ 100% คนที่อยู่ห่างจากผึ้งอย่างน้อย เท่าใดจึงจะไม่ได้ยินเสียง (เฉลย 4.47 เมตร) (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2553)

6. นักเรียน A และนักเรียน B ยืนอยู่ห่างกันในพื้นที่โล่งเป็นระยะ 100 เมตร เมื่อนักเรียน A เป่านกหวีด นักเรียน B ได้ยินเสียงนกหวีดที่มีระดับเสียง 30 เดซิเบล (9 วิชาสามัญ ปี 64)

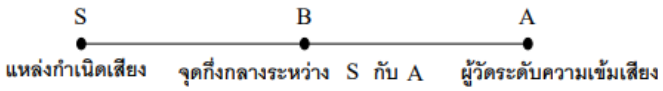
กำหนดให้ คลื่นเสียงนกหวีดที่นักเรียน A เป่ามีหน้าคลื่นเป็นทรงกลม

ความเข้มเสียงอ้างอิง $I_0 = 1.0 \times 10^{-12}\ W/m^2$

เสียงนกหวีดที่นักเรียน A เป่ามีกำลังกี่วัตต์

1. $\pi \times 10^{-5}$
2. $4\pi \times 10^{-5}$
3. $\pi \times 10^{-7}$
4. $2\pi \times 10^{-7}$
5. $4\pi \times 10^{-7}$

7. เมื่อย้ายแหล่งกำเนิดเสียง S จากจุดเดิมไปอยู่ที่จุด B ระดับความเข้มเสียงที่ A จะเพิ่มขึ้นจากเดิมกี่เดซิเบล (9 วิชาสามัญ ปี 61)



1. 6 2. 4 3. 3 4. 2 5. 0.3

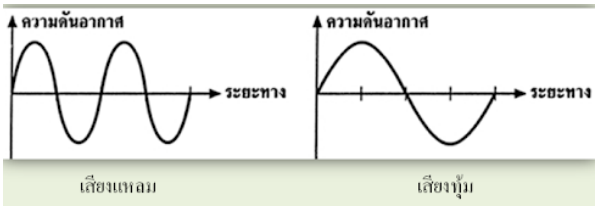
8. ถ้าเพิ่มความเข้มเสียงเป็น 2 เท่าของความเข้มเสียงเดิม ระดับความเข้มของเสียง (ที่ตำแหน่งเดิม) จะเพิ่มกี่เดซิเบล (9 วิชาสามัญ ปี 60)

1. 0.3
2. 0.6
3. 2
4. 3
5. 6

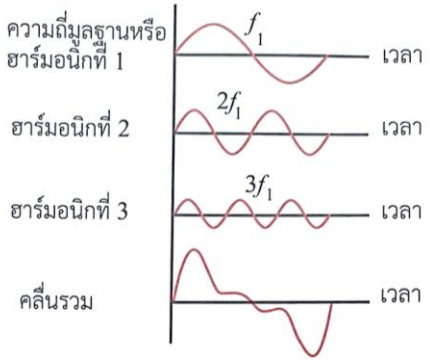
ระดับเสียงสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง

การได้ยินเสียงของเรานั้น นอกจากจะขึ้นกับระดับเสียงและความถี่เสียงแล้ว ยังจำแนกเสียงต่าง ๆ ออกไปอีกคือ

ระดับสูงต่ำของเสียง (pitch) หมายถึง เสียงที่มีความยาวคลื่นและความถี่ต่างกัน โดยเสียงที่มีความถี่สูงจะมีระดับเสียงสูงส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำจะมีระดับเสียงต่ำ



คุณภาพของเสียง (quality) เป็นการบอกรูปแบบเสียงที่มีความเฉพาะตัวของดนตรีแต่ละชนิด เมื่อเครื่องดนตรีเล่นตัวโน้ตตัวหนึ่ง เครื่องดนตรีจะผลิตเสียงที่มีความถี่หลายค่าออกมาพร้อมกันเรียกว่า ฮาร์มอนิกส์ (harmonics) เสียงที่มีความถี่ต่ำสุด เรียกว่า ฮาร์มอนิกส์ที่หนึ่ง (first harmonics) หรือความถี่มูลฐาน (fundamental harmonics)



คุณภาพเสียงสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงได้ ดังรูป

ก. รูปคลื่นเสียงของคลาริเนต

ข. รูปคลื่นเสียงของทรัมเปต

มลภาวะทางเสียง (Noise Pollution)

มลภาวะทางเสียง คือ สภาวะแวดล้อมที่มีเสียงดังอันไม่พึงประสงค์หรือเสียงรบกวนที่ดังขึ้นอย่างต่อเนื่องยาวนาน จนกลายเป็นภัยอันตรายต่อทั้งร่างกาย (เสียงที่มีความดังเกินกว่า 85 เดซิเบล)

ผลกระทบต่อร่างกาย : การสูญเสียการได้ยินอย่างถาวร โรคความดันโลหิตสูง และภาวะการไหลเวียนโลหิตบกพร่อง ตลอดจนโรคหัวใจ

ผลกระทบต่อสุขภาพจิต : การนอนหลับไม่เพียงพอจากเสียงรบกวน ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดและสภาวะตื่นตระหนกที่สามารถพัฒนาไปสู่อาการเจ็บป่วยทางจิตและภาวะซึมเศร้า

ผลกระทบต่อสมาธิ การเรียนรู้ และการทำงาน : โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กวัยเรียน ซึ่งเสียงรบกวนสามารถส่งผลต่อการจดจำ สมาธิ ความสนใจ หรือแม้แต่ทักษะในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ เช่น การอ่าน การฟัง และการคิดค้นสร้างสรรค์สิ่งใหม่ (ที่มา: https://ngthai.com/science/32155/noise-pollution/ สืบค้นวันที่ 30 ต.ค. 65)

แนวทางการลดมลพิษ

1. ควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง เช่น ใช้วัสดุดูดซับที่มีการสั่นสะเทือน
2. ควบคุมทางผ่านของเสียง
3. ควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง (ที่มา สสวท., 2560)

ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง

คลื่นนิ่งของเสียง

คลื่นนิ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการรวมกันของคลื่นสองคลื่นที่สวนทางกัน โดยคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และแอมพลิจูดเท่ากันทำให้เกิดตำแหน่งบัพและตำแหน่งปฏิบัพคงที่

กิจกรรมคลื่นนิ่งของเสียง

จุดประสงค์: ศึกษาคลื่นนิ่งของเสียง

บันทึกผล

สรุปผลกิจกรรม

.....

.....

คำถาม

ความดังของเสียงที่ได้ยินจากการรับฟังเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

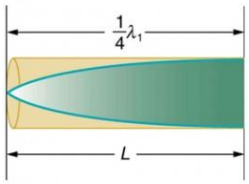
.....

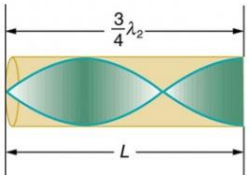
.....

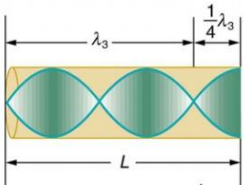
การสั่นพ้องของเสียงในท่อ

การสั่นพ้อง หรือ Resonance คือปรากฏการณ์ที่มีแรงกระทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่ง โดยที่ความถี่ของแรงที่ทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่งเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้นๆ มีผลทำให้วัตถุนั้นเกิดการสั่นหรือแกว่งรุนแรงกว่าปกติ

สำหรับท่อปลายปิด







กิจกรรมการสั่นพ้องของอากาศในหลอดสั่นพ้อง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการสั่นพ้องของเสียงที่เกิดจากท่อปลายปิด

บันทึกผล

สรุปผล

.....

.....

คำถาม

1. ระยะห่างระหว่างตำแหน่งของลูกสูบ ขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง โดยตำแหน่งทั้งสองอยู่ถัดกันจะเปลี่ยนไปหรือไม่ เมื่อความถี่เปลี่ยน

.....

.....

2. ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

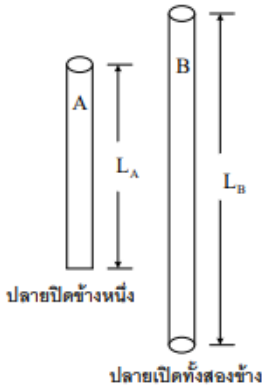
แบบฝึกทักษะ

1. ใส่น้ำลงในภาชนะทรงกระบอกเล็ก ๆ และยาวให้มีระดับความสูงจากก้นภาชนะ 10. 5 cm พบว่าเกิดการสั่นพ้องกับส้อมเสียงอันหนึ่ง และเมื่อน้ำลงไปเพิ่มจนระดับความสูงเป็น 44.5 cm จึงเกิดการสั่นพ้องกับส้อมเสียงเดิมอีกครั้งและและระดับสูงกว่านั้นจะไม่เกิด ถ้าอัตราเร็วของเสียงในอากาศ เท่ากับ 340 m/s ความถี่ส้อมเสียงเป็นเท่าใด (9 วิชาสามัญปี 55)

1. 250 Hz
2. 500 Hz
3. 764 Hz
4. 810 Hz
5. 1000 Hz

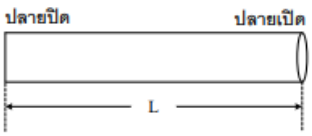
2. คลื่นเสียงความถี่ต่ำสุดที่สามารถสั่นพ้องกับท่อ A มีความยาวคลื่นเป็นกี่เท่าของคลื่นเสียงความถี่ต่ำสุดที่สามารถสั่นพ้องได้ในท่อ B (9 วิชาสามัญปี 56)

1. $\frac{1}{4}\left(\frac{l_A}{l_B}\right)$
2. $\frac{1}{2}\left(\frac{l_A}{l_B}\right)$
3. $\left(\frac{l_A}{l_B}\right)$
4. $2\left(\frac{l_A}{l_B}\right)$
5. $4\left(\frac{l_A}{l_B}\right)$



3. คลื่นเสียงมีความยาวคลื่นเป็นเท่าใดที่สั่นพ้องอันดับที่สองกับท่อปลายปิดหนึ่งข้างและมีความยาว L (9 วิชาสามัญปี 57)

1. $\frac{2}{3}l$
2. L
3. $\frac{4}{3}l$
4. 2L
5. 3L



4. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิไปที่ Δt และทำการทดลองการสั่นพ้องในหลอดกำทอนปลายปิดข้างหนึ่งข้างที่มีความยาว L จะต้องเพิ่มความถี่จากเดิมเท่าใดจึงจะเกิดการสั่นพ้องในลำดับที่ 1 ถ้ากำหนดให้อัตราเร็วของเสียงที่อุณหภูมิมีค่าเป็น v = 331 + 0.6t (9 วิชาสามัญปี 58)

1. $\frac{0.15\Delta t}{L}$
2. $\frac{0.30\Delta t}{L}$
3. $\frac{0.45\Delta t}{L}$
4. $\frac{0.60\Delta t}{L}$
5. $\frac{1.20\Delta t}{L}$

5. ท่อก้นปิด ปากยาว L เมตร ให้เสียงก้องที่โหมดต่ำสุดมีความถี่เปลี่ยนไปกี่เฮิร์ตเมื่ออุณหภูมิของอากาศในท่อสูงขึ้น 10 °C (ให้ถือว่าท่อยาวคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงกับอุณภูมิ) (9 วิชาสามัญปี 60)

1. $\frac{3}{20L}$
2. $\frac{3}{10L}$
3. $\frac{3}{2L}$
4. $\frac{3}{L}$
5. $\frac{6}{L}$

6. ในการกระตุ้นให้เกิดการก้องในท่อเดียวกันในโหมดต่ำสุด (9 วิชาสามัญปี 61)

ก. เมื่อปลายเปิดทั้งสองปลาย

ข. เมื่อปลายหนึ่งถูกปิดสนิท

ความถี่เสียงใน ก. เป็นกี่เท่าของใน ข.

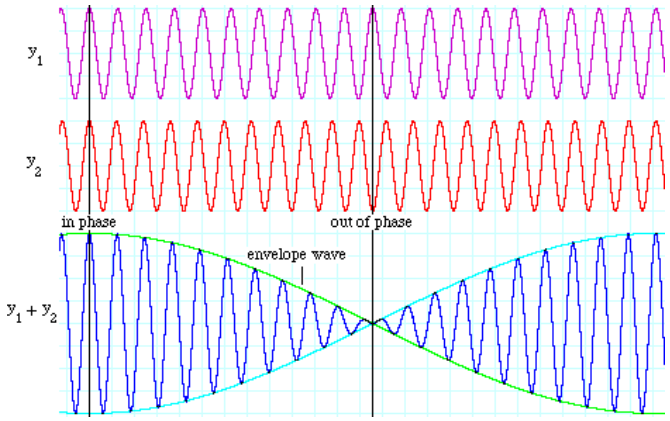
1. $\frac{1}{4}$
2. $\frac{1}{2}$
3. 2
4. 3
5. 4

บีต (Beat)

บีตเป็นปรากฏการณ์จากการแทรกสอดของคลื่นเสียง 2 ขบวน ที่มีความถี่แตกต่างกันเล็กน้อยและเคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกันเกิดการรวมคลื่นเป็นคลื่นเดียวกัน ทำให้แอมพลิจูดเปลี่ยนไป เป็นผลทำให้เกิดเสียงดัง เสียงค่อยสลับกันไปด้วยความถี่ค่าหนึ่ง ความถี่บีตหาได้จากผลต่างของเสียงทั้งสองคือ

$$f_b = |f_1 - f_2|$$

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$



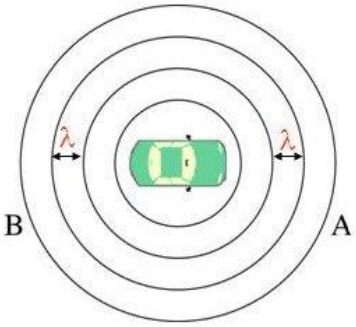
ตัวอย่าง 1 นักดนตรีทำการปรับเสียงของกีตาร์โดยการเปรียบเทียบเสียงกับหลอดเทียบเสียงที่มีความถี่ 392 Hz ได้ยินเสียงดัง-ค่อยเป็นจังหวะ 6 ครั้งใน 2 วินาที

ก. ความถี่บีตมีค่าเท่าใด (3Hz)

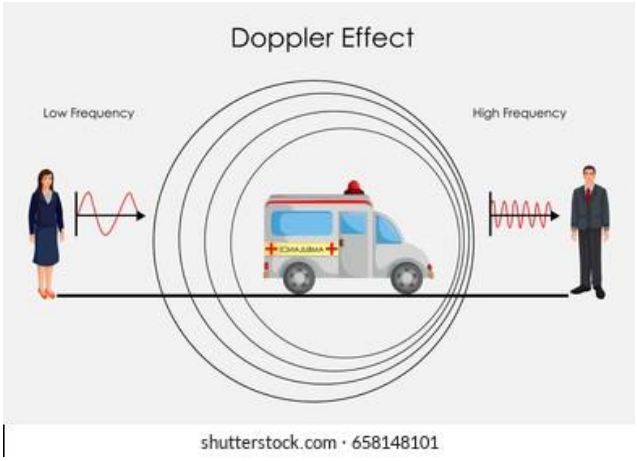
ข. ความถี่ของเสียงจากกีตาร์มีค่าเท่าใด (389 Hz หรือ 395 Hz)

ปรากฏการณ์ดอปเปอร์ (doppler effect)

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงให้เสียงออกมา เสียงก็จะกระจายออกไปทุกทิศทางด้วยความยาวคลื่นที่เท่ากันถ้าแหล่งกำเนิดเสียงหยุดนิ่งเราจะพบว่าเสียงที่ผู้ฟังได้ยินจะมีความยาวคลื่นเดียวกับที่แหล่งกำเนิดเสียงให้ออกมา

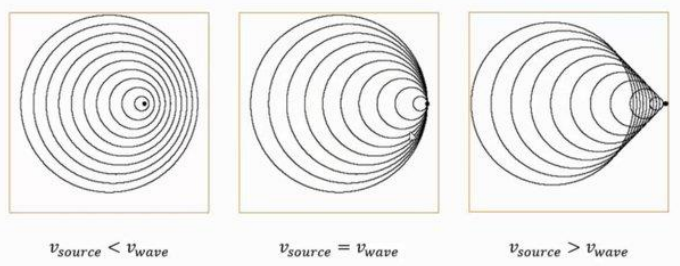


ความยาวคลื่นทุกด้านเท่ากัน เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงอยู่นิ่ง



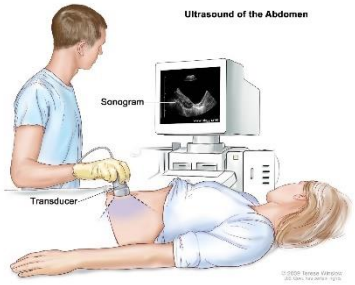
คลื่นกระแทก (shock wave) หรือ Sonic boom

คลื่นกระแทก คือ ปรากฏการณ์ที่หน้าคลื่นเคลื่อนที่มาเสริมกันในลักษณะที่เป็นหน้าคลื่นวงกลมซ้อนเรียงกันไป โดยที่มีแนวหน้าคลื่นที่มาเสริมกันมีลักษณะเป็นรูปตัวVอันเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่มากกว่าความเร็วของคลื่นในตัวกลาง เช่นคลื่นกระแทกของคลื่นที่ผิวน้ำขณะที่เรือกำลังวิ่ง หรือคลื่นเสียงก็เกิดขึ้นเมื่อเครื่องบินบินเร็วกว่าอัตราเร็วของเสียงในอากาศ



การประยุกต์เรื่องเสียง

เราสามารถนำความรู้เรื่องเสียงมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ด้านสถาปัตยกรรม การประมง การแพทย์ ทางธรณีวิทยา ด้านวิศวกรรม เป็นต้น



1. ด้านการแพทย์

1.1 ใช้คลื่นเหนือเสียงหรือ Ultrasound ตรวจดูอวัยวะภายในร่างกายผู้ป่วย ด้วยความถี่ 1-10 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวคลื่น 1.5 มิลลิเมตร

1.2 ใช้ในการรักษาโดยเสียงที่มีความเข้ม 10 ล้านวัตต์/ตารางเมตร มาทำลายเนื้อเยื่อที่ไม่ต้องการ

2. ด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม

2.1 ใช้คลื่นเหนือเสียงตรวจหารอยร้าวของเนื้อโลหะหรือแก้ว

2.2 ใช้คลื่นเหนือเสียงวัดความหนาของโลหะที่ผิวหน้าของอีกด้านหนึ่งเราไม่สามารถเข้า ไปไม่ถึง

2.3 ใช้คลื่นเสียงทำให้เกิดการเดือดเย็น (Cavitation) เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเหนือเสียงทำให้เกิดโพรงที่ว่างเล็ก ๆ จำนวนมากในของเหลว

2.4 ใช้คลื่นเหนือเสียงทำความสะอาดผิวโลหะ

2.5 ใช้คลื่นเหนือเสียงติดต่อสื่อสาร

2.6 ใช้คลื่นเหนือเสียงเชื่อมเช่น อะลูมิเนียม

4. ด้านประมง

ใช้เครื่อง SONAR (Sound Navigation and Ranging) ส่งคลื่นเสียงหาฝูงปลาบัติการสะท้อนของเสียงเป็นส่วนใหญ่ เช่น