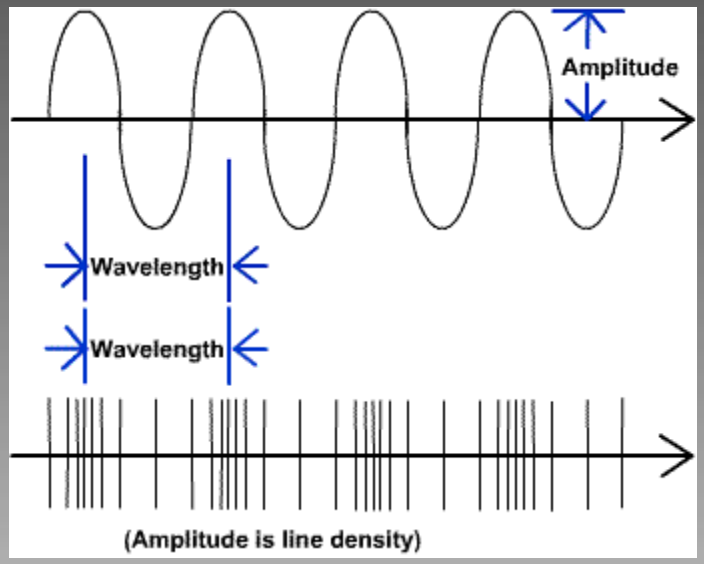
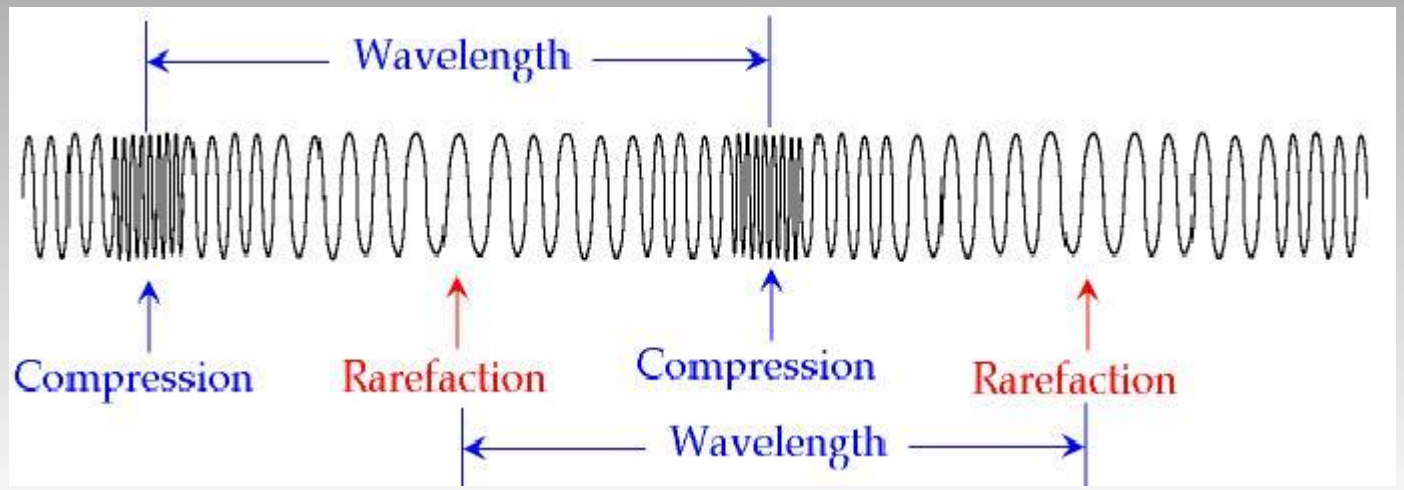
คลื่นเสียง (Sound Wave)

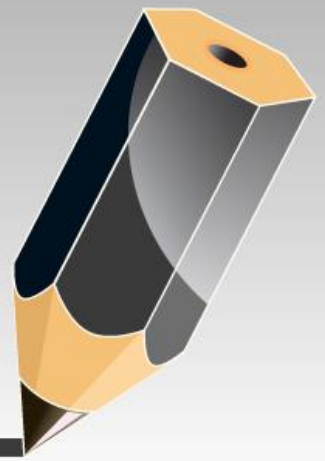
fppt.com

คลื่นเสียง



- คลื่นตามยาวอนุภาคของตัวกลางจะสั่นในทิศทางเดียวกับทิศที่คลื่นเคลื่อนที่ไป

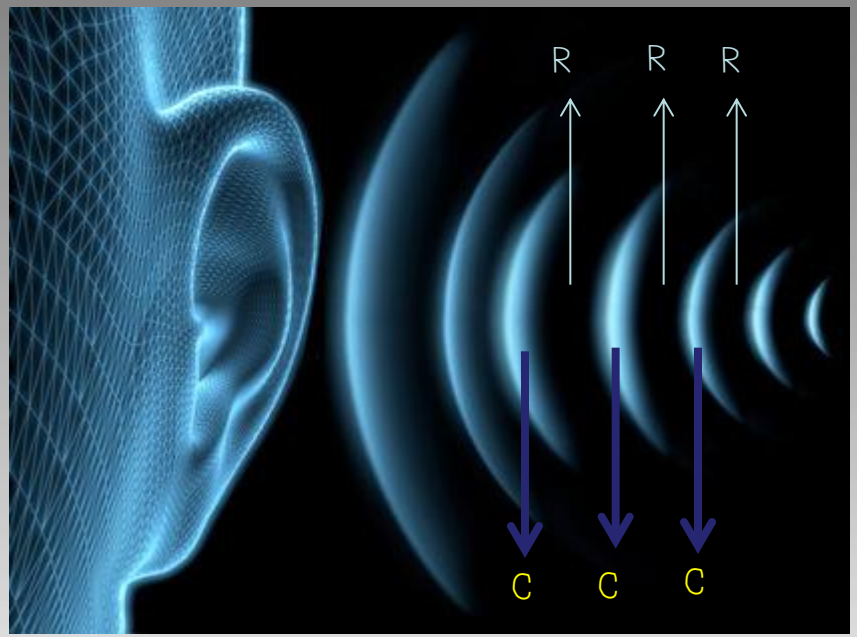




fppt.com

ส่วนประกอบของคลื่นเสียง

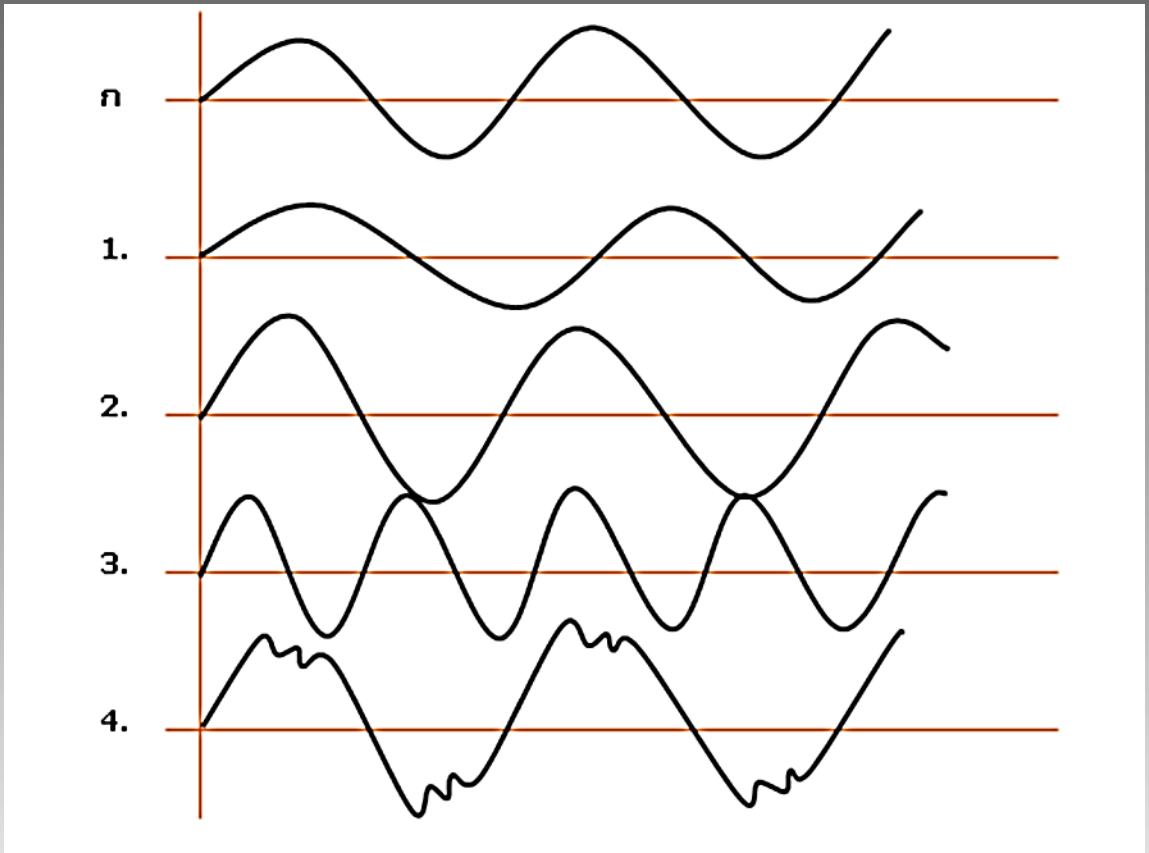
คลื่นเสียงประกอบด้วยส่วนอัดและส่วนขยาย



- C – compression (ส่วนอัด)
- R – rarefaction (ส่วนขยาย)

fppt.com

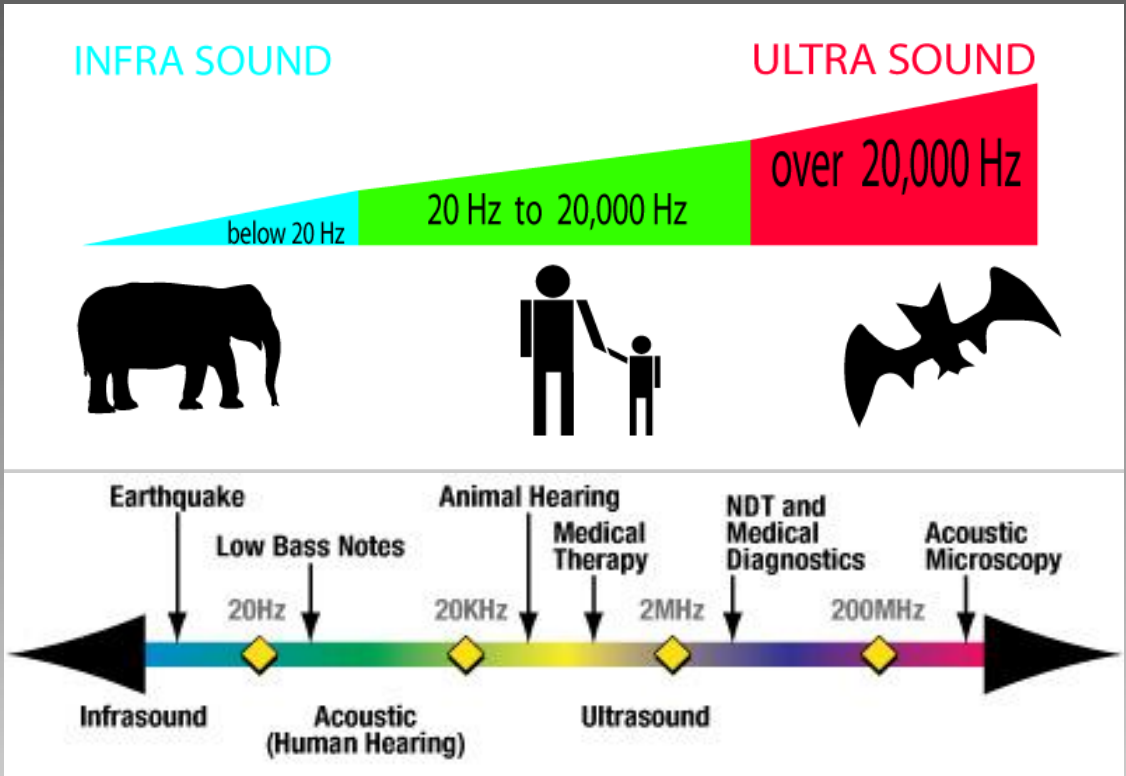
จงพิจารณาแผนภาพเสียงต่อไปนี้ว่า แผนภาพใดมีเสียงดังและแผนภาพใด
มีเสียงแหลมกว่าคลื่นเสียง ก



- คลื่น 1,2
- คลื่น 2,3
- คลื่น 1,3
- คลื่น 2,4

fppt.com

ความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน



- ความถี่ที่มนุษย์ได้ยินอยู่ในช่วง 20-20,000 Hz
- Infrasonics ความถี่ที่ต่ำกว่า 20 HZ
- Ultrasonics ความถี่ที่มากกว่า 20,000 HZ

fppt.com

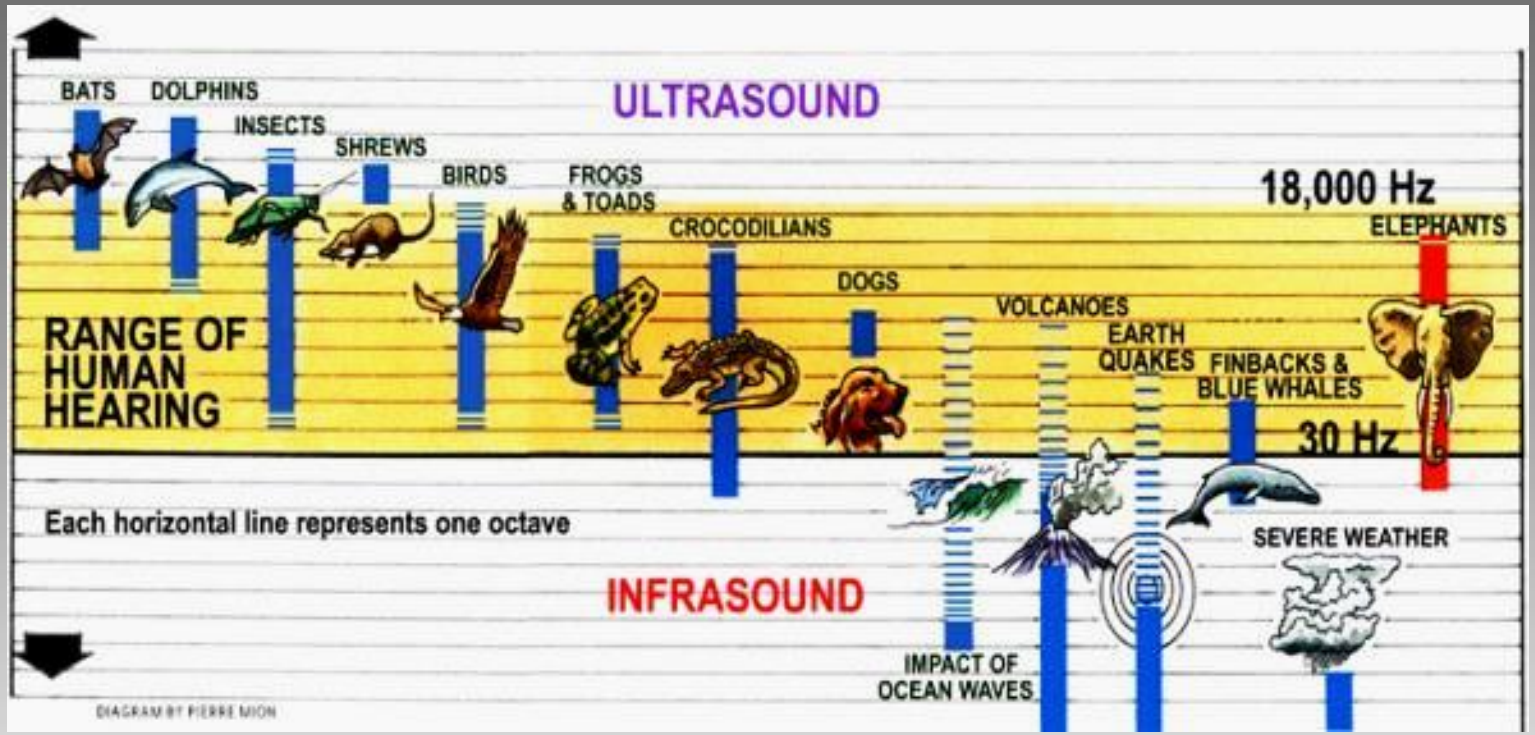
Infrasonics

- เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 Hz เช่นคลื่นจากแผ่นดินไหว คลื่นจากภูเขาไฟระเบิด

ตัวอย่างเช่น การระเบิดของภูเขาไฟในกัวเตมาลา ให้ความถี่ต่ำกว่า 10Hz การเกิดแสงเหนือ แสงใต้มีผลทำให้อากาศรอบๆเกิดการเคลื่อนตัว ทำให้เกิดความถี่ในย่านอินฟราโซนิกส์ขึ้น

fppt.com

การได้ยินเสียงอินฟราโซนิกส์



fppt.com

การได้ยินเสียงอินฟราโซนิกส์ของสัตว์บางชนิด

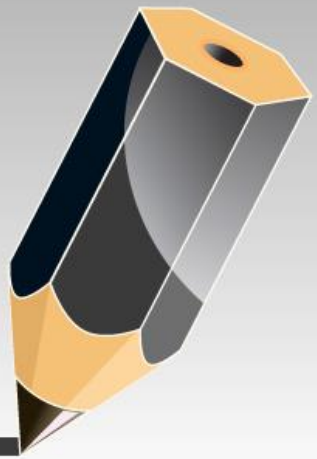
- สัตว์บางชนิด เช่นนก cassowary ซึ่ง

อาศัยอยู่ในออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ จะมีอวัยวะส่วนหัวที่เป็นหงอนแข็ง สามารถรับรู้ความถี่ในย่านอินฟราโซนิกส์ได้

fppt.com

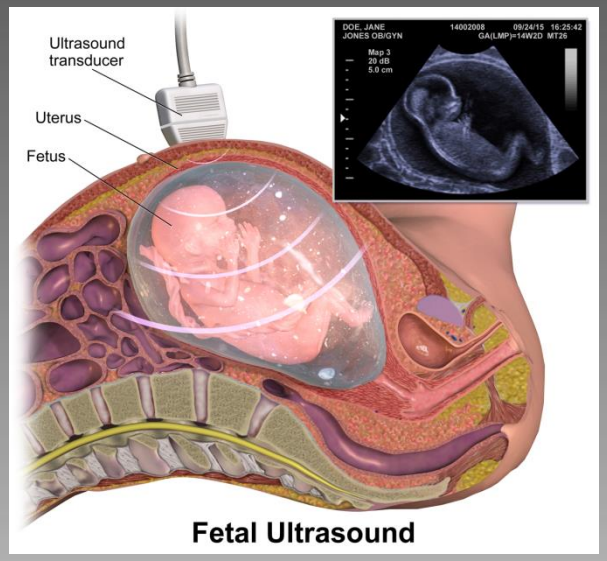
Ultrasonic

หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใด ไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้ ซึ่งเป็นความถี่ที่สูงเกินกว่าที่ประสาทหูมนุษย์จะได้ยิน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz

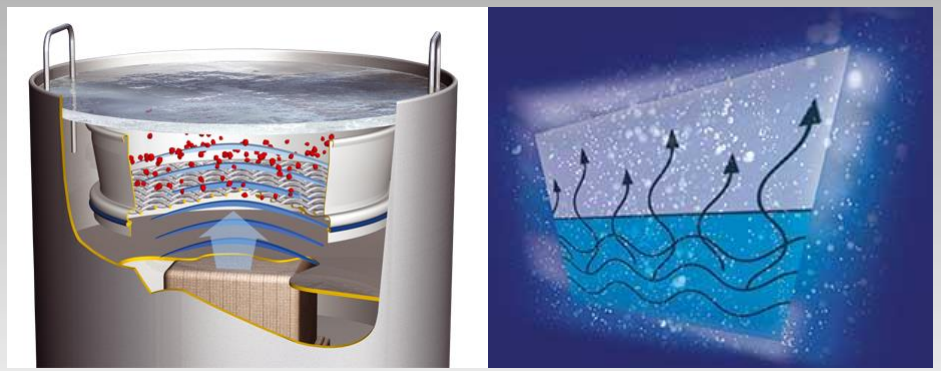


fppt.com

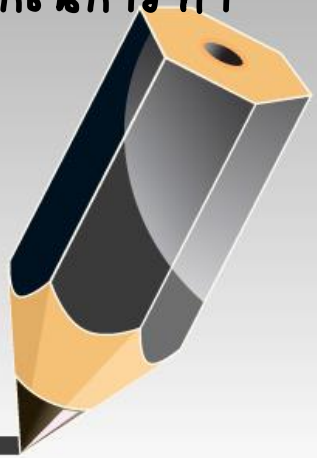
การใช้ประโยชน์ของอุลตราโซนิกส์



- การใช้อุลตราซาวด์ตรวจดูทารกในครรภ์



- การใช้คลื่นอุลตราโซนิกในการทำความสะอาด



fppt.com

อัตราเร็วของเสียง

- อัตราเร็วของเสียงจะมากน้อยขึ้นกับ

1.1 ชนิดของตัวกลาง

ของแข็ง-มากที่สุด

ของเหลว-รองลงมา

ก๊าซ-น้อยที่สุด

ตัวกลาง	อัตราเร็วเสียง(m/s)	
	0°C	25°C
อากาศ	331	346
ไฮโดรเจน	1,270	1,339
น้ำ	1,450	1,498
แก้ว	5,500	4,554
เหล็ก	5,100	5,200

fppt.com

อัตราเร็วของเสียง

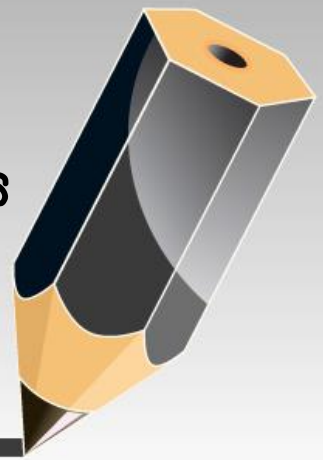
- 1.2 ในตัวกลางเดียวกัน อัตราเร็วจะมากหรือน้อยขึ้นกับอุณหภูมิ

อัตราเร็วของเสียงในอากาศหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$v(t) = 331 + 0.6t$$

ที่ 0°C $v(0) = 331 + (0.6 \times 0) = 331$ m/s

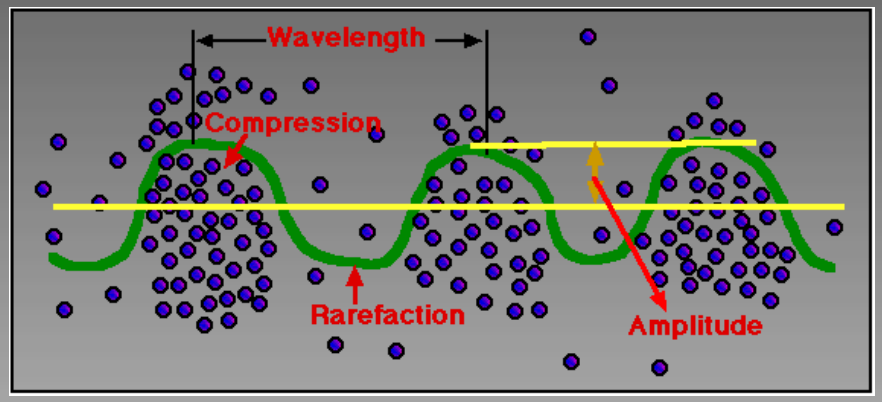
ที่ 25°C $v(25) = 331 + (0.6 \times 25) = 346$ m/s



fppt.com

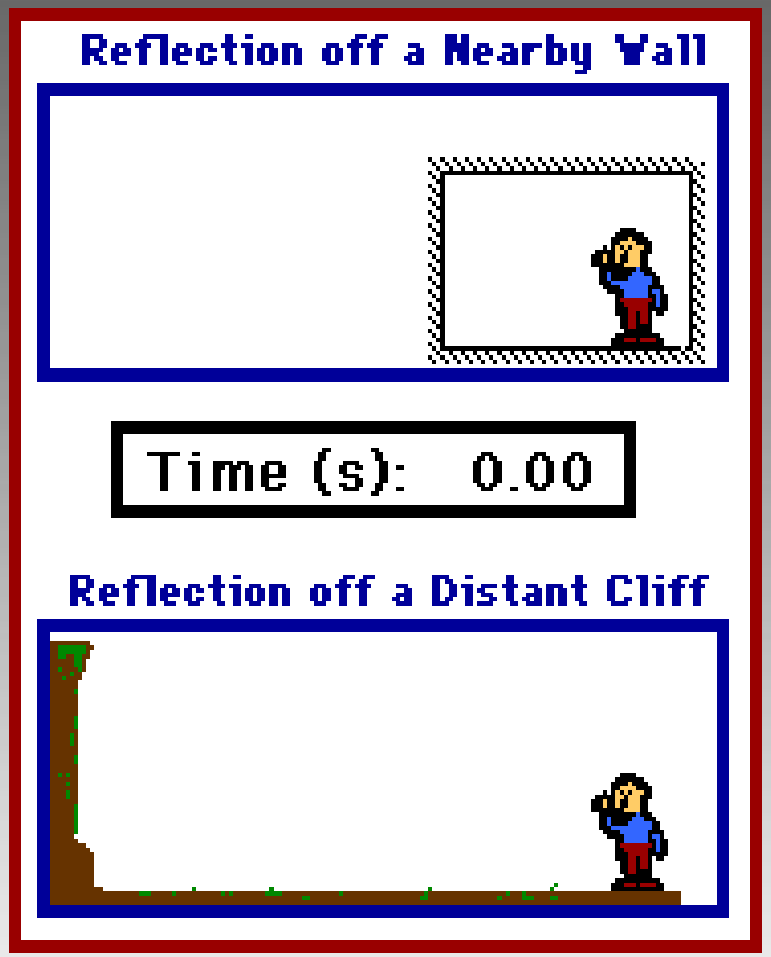
สมบัติของเสียง

- การสะท้อนของเสียง
- การหักเหของเสียง
- การแทรกสอดของเสียง
- การเลี้ยวเบนของเสียง



fppt.com

การสะท้อนของเสียง



- การสะท้อนของเสียงในกรณีที่ตัวสะท้อนอยู่ไม่ไกล เราจะไม่สามารถแยกเสียงสะท้อนและเสียงแรกที่พูดออกไปจากกันได้
- การสะท้อนของเสียงในกรณีที่ตัวสะท้อนอยู่ไกลพอควร เราจะสามารถแยกเสียงสะท้อนจากเสียงพูดได้ชัดเจน เราจึงเรียกเสียงสะท้อนที่ได้ยินภายหลังเสียงพูดนี้ว่า เสียงก้อง(Echo)

fppt.com

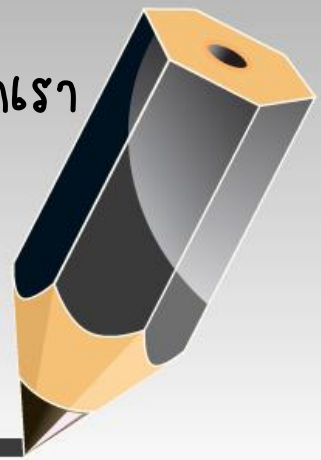
เสียงก้อง (ECHO)

- เราจะได้ยินเสียงก้องเมื่อเสียงสะท้อนห่างจากเสียงที่เราพูดไม่น้อยกว่า 0.1 วินาที

ถ้าอัตราเร็วเสียงมีค่า 340 เมตร/วินาที ตัวสะท้อนต้องอยู่ห่างจากเราอย่างน้อยที่สุดเป็นระยะเท่าใด เราจึงจะได้ยินเสียงก้อง

1 วินาที เสียงเดินทางได้	340	เมตร
0.1 วินาที เสียงเดินทางได้	340x0.1 = 34	เมตร

แต่เนื่องจากเสียงต้องเดินทางไป-กลับ ดังนั้นตัวสะท้อนต้องอยู่ห่างจากเราอย่างน้อย 17 เมตร เราจึงจะได้ยินเสียงก้อง



fppt.com

EX. เราต้องยืนอยู่ห่างจากตัวสะท้อนอย่างน้อยที่สุดเท่าใด จึงจะได้ยินเสียงก้อง

ถ้าอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น เท่ากับ 20 ° C

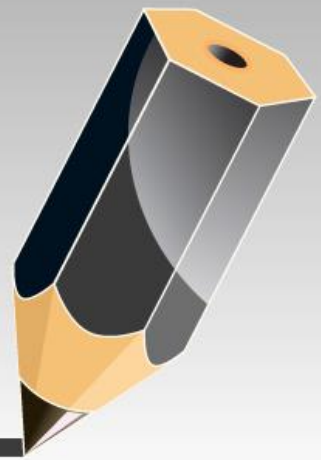
1. หาความเร็วเสียงในอากาศ จาก $V = 331+0.6t$

$V = 331 + 0.6(20) \rightarrow 343$ m/s

2. หาระยะเสียงก้อง จาก 0.1 ความเร็วเสียงในอากาศ

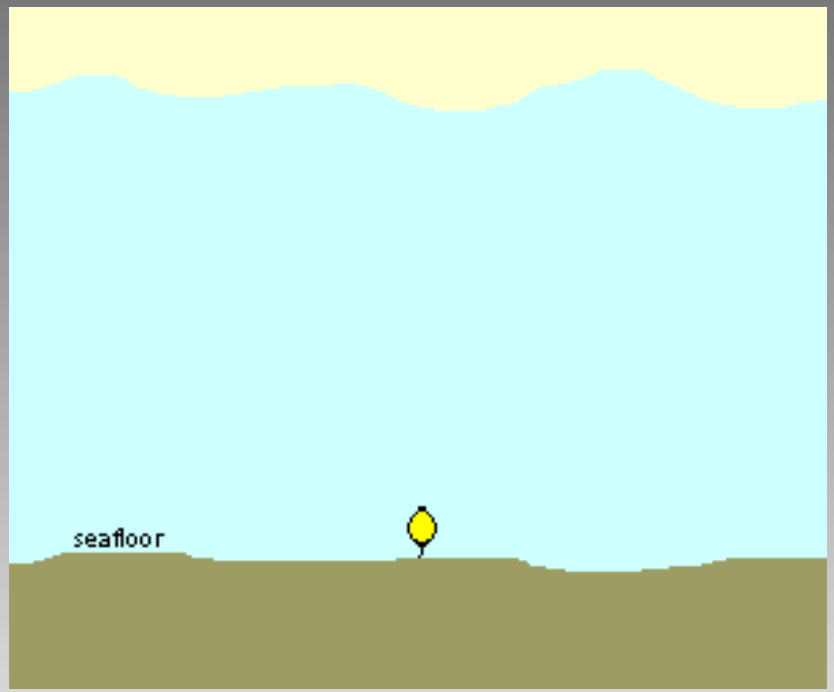
เราต้องยืนห่างจากตัวสะท้อน = $0.1 \times 343 \rightarrow 34.3$ m

3. จากการเคลื่อนที่-ไป-กลับ = $34.3/2 = 17.15$ m



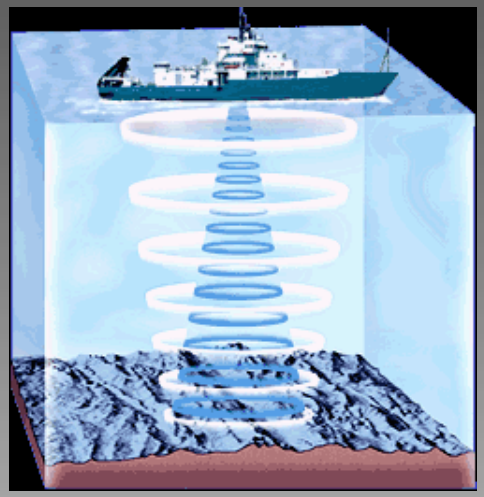
fppt.com

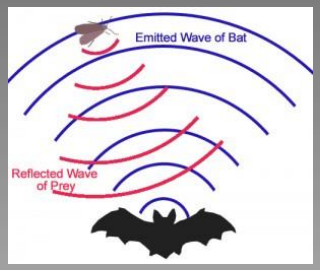
<u>แบบฝึกหัด</u> เราต้องยืนอยู่ห่างจากตัวสะท้อนอย่างน้อยที่สุดเท่าใด จึงจะได้ยินเสียงก้องถ้าอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น เท่ากับ 30 ° C



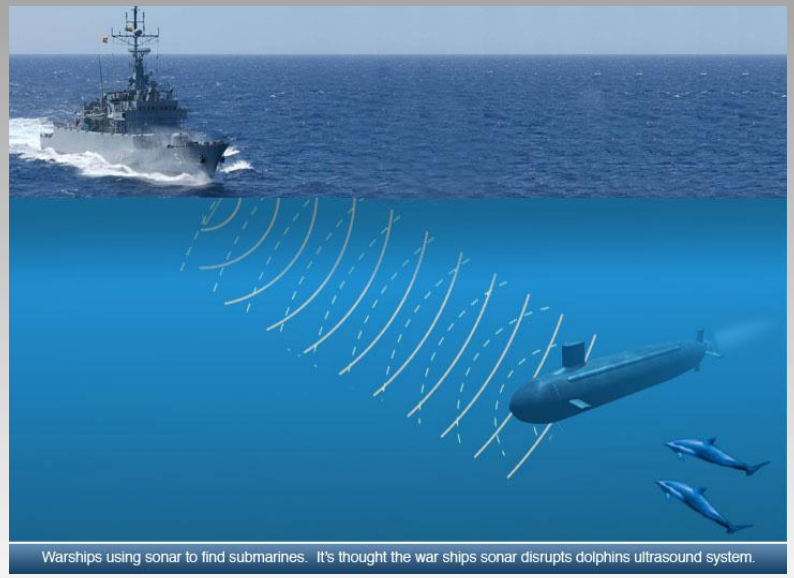
fppt.com

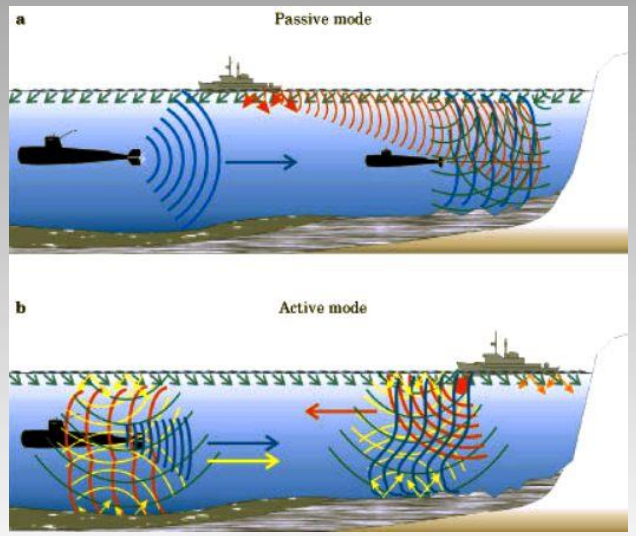
SONAR

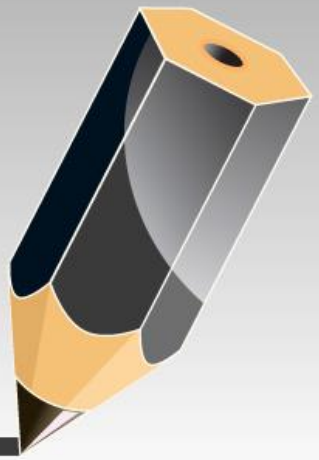




พัฒนาจาก ECHO โดยต้นกำเนิดจะส่งสัญญาณเสียง เมื่อเจอวัตถุใต้ทะเล สัญญาณเสียงจะสะท้อนกลับ จับเวลาจนกว่าจะได้ยินเสียงสะท้อนกลับ จะสามารถคำนวณหาความลึกได้ หรือสามารถตรวจจับวัตถุได้


Warships using sonar to find submarines. It's thought the war ships sonar disrupts dolphins ultrasound system.





fppt.com

การหักเหของเสียง

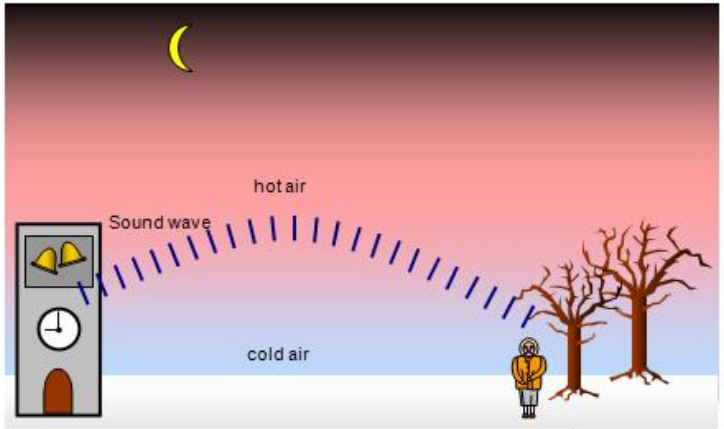


Figure 2

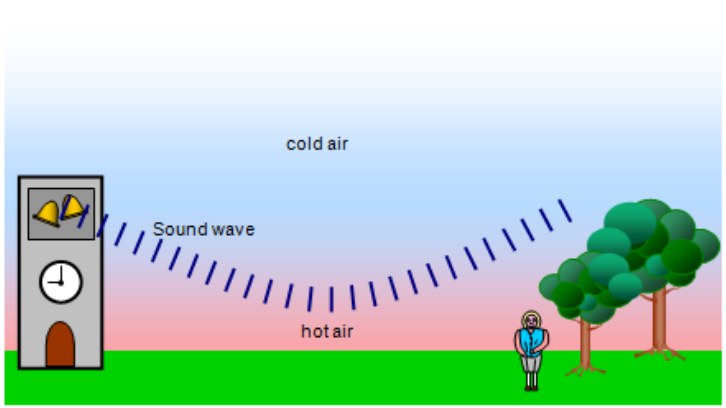
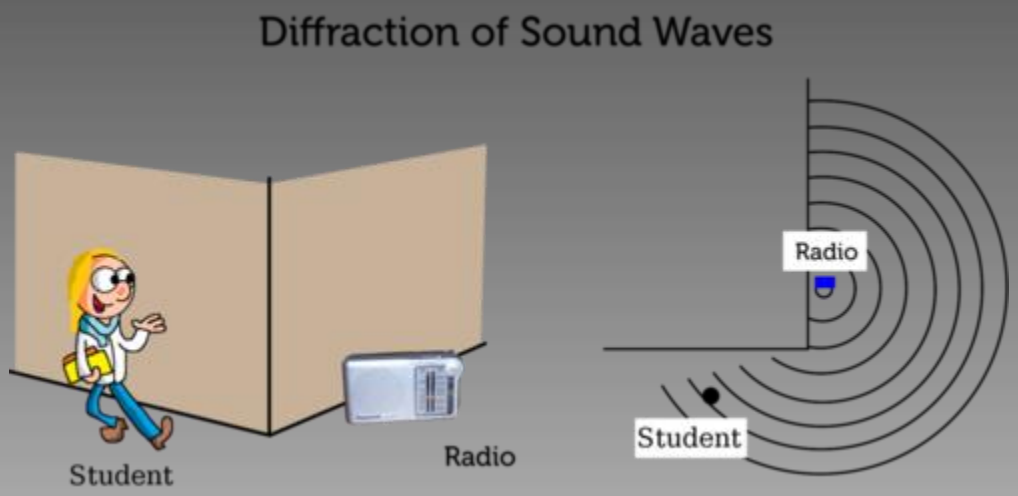


Figure 1

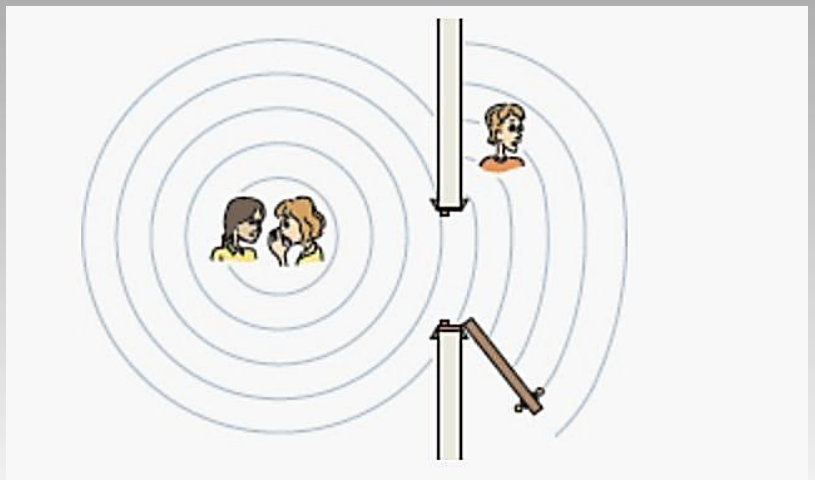
- ในเวลากลางคืนอากาศบริเวณใกล้พื้นดินจะเย็นกว่าอากาศบริเวณที่อยู่เหนือพื้นดินขึ้นไป ทำให้ความหนาแน่นของอากาศใกล้พื้นดินมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศในส่วนบนๆ เมื่อคลื่นเสียงผ่านจากบรรยากาศชั้นล่างไปยังบรรยากาศชั้นบน แนวรังสีหักเหจะเบนออกเรื่อยๆจนเกิดการสะท้อนกลับหมด ทำให้เสียงพูดหักเหลงมายังบรรยากาศชั้นล่าง เป็นผลให้เราได้ยินเสียงตะโกนได้ชัดเจนในเวลากลางคืน

fppt.com

การเลี้ยวเบนของเสียง



การที่เราได้ยินเสียงวิทยุขณะที่เราอยู่มุมตึกแสดงให้เห็นว่า เสียงมีการเลี้ยวเบน



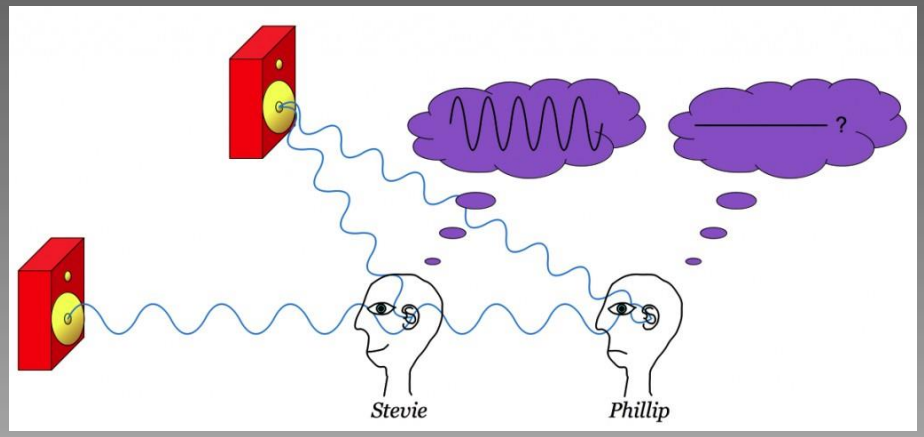
- คลื่นเสียงจะเลี้ยวเบนได้ดี

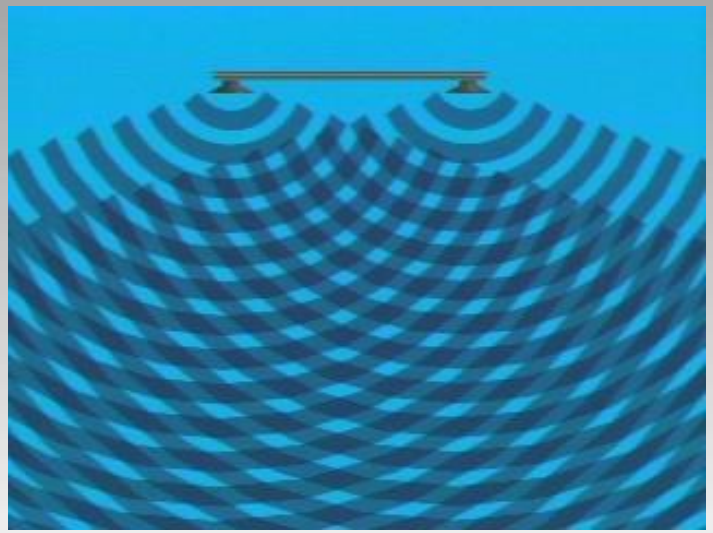
ถ้าคลื่นเสียงมีความยาวคลื่นมาก และความถี่ต่ำ

- ส่วนคลื่นเสียงที่มีความยาวคลื่นน้อย และความถี่สูงจะเคลื่อนที่เกือบเป็นแนวตรง

fppt.com

การแทรกสอดของเสียง

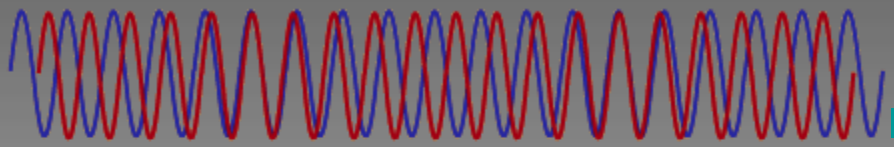


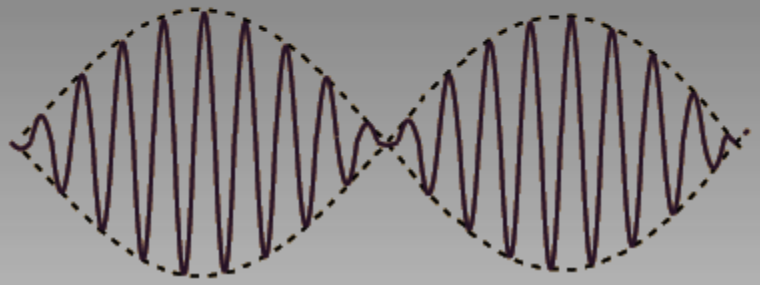


- คลื่นเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป เช่นจากลำโพง 2 ตัวดังรูป อาจทำให้เกิดเสียงดังขึ้นหรือค่อยลงกว่าเดิมก็ได้ โดยเสียงที่ดังขึ้นเกิดจากการแทรกสอดในลักษณะที่เสริมกัน และเสียงที่ค่อยลงเกิดจากการแทรกสอดในลักษณะที่หักล้างกัน

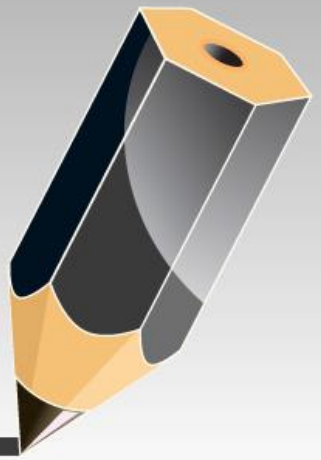
fppt.com

บีตส์(BEATS)



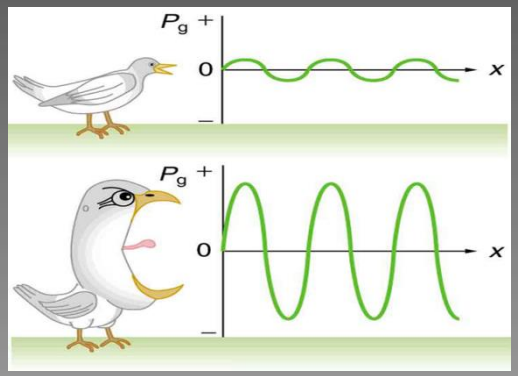


- เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเสียง 2 ขบวนมารวมกันโดยมีความถี่ต่างกันเล็กน้อย ทำให้ได้ยินเสียงดังและค่อยเป็นจังหวะ

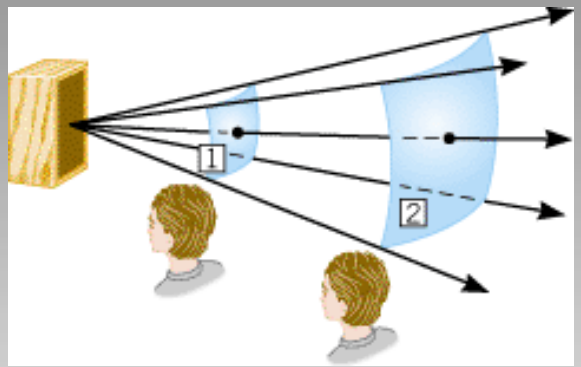


fppt.com

ความเข้มเสียง



- ความเข้มของเสียง คือ กำลังเสียงที่ตกกระทบในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ ของหน้าคลื่นของทรงกลม 1 ตารางหน่วย
- ความเข้มสูงสุดที่มนุษย์ ทนได้ คือ 1 W/m^2
- ความเข้มต่ำสุดที่มนุษย์ จะได้ยินได้ คือ 10^{-12} W/m^2

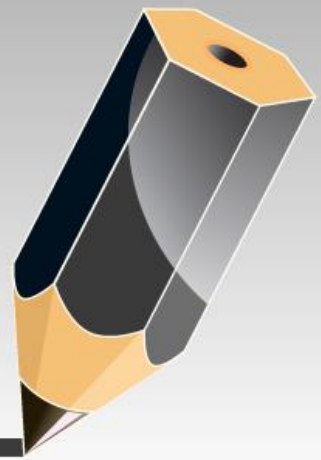


$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

เมื่อ I = ความเข้มเสียง มีหน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร (W/m^2)

P = กำลัง มีหน่วยเป็น (W)

R = ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง (m)



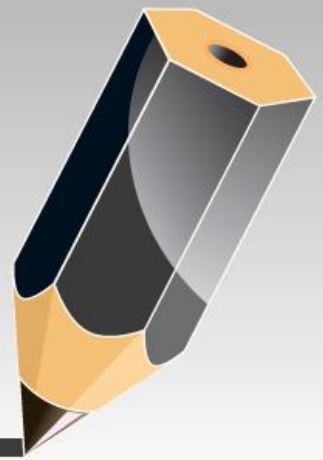
fppt.com

EX. เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งมีกำลังเสียง 100 W ความเข้มเสียงที่ระยะห่าง 10 m จะมีค่าเท่าใด

จาก $$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I = \frac{100}{4 \times 3.14 \times 10^2}$$

$$I = 0.08 \quad W/m^2$$



fppt.com

ระดับความเข้มเสียง

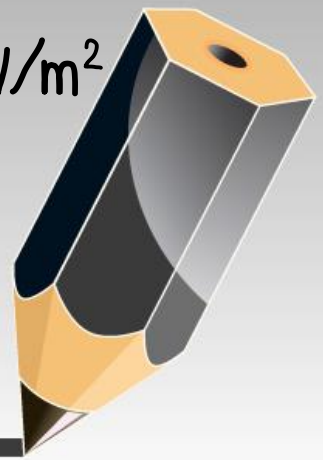
- **ระดับความเข้มของเสียง**

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

เมื่อ I = ความเข้มของเสียง หน่วยเป็น W/m^2

I_0 = ความเข้มของเสียงต่ำสุดที่คนเราจะได้ยิน $=10^{-12}$ W/m^2

β = ระดับความเข้มเสียง หน่วยเป็น เดซิเบล (dB)



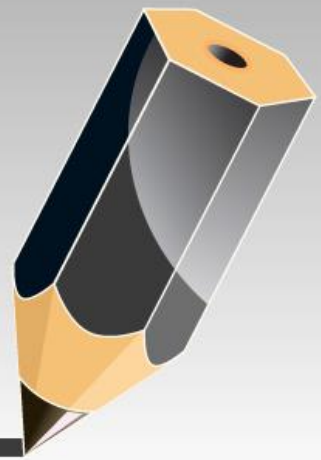
fppt.com

EX. จงคำนวณหาระดับความเข้มของเสียงที่ได้จากเครื่องดูดฝุ่น ซึ่งวัดความเข้มเสียงได้ 10^{-5} W/m^2

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

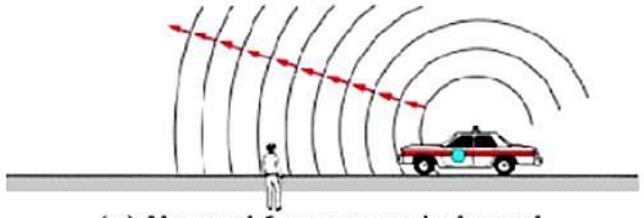
$$\beta = 10 (\log \frac{10^{-5}}{10^{-12}})$$

$$\beta = 70 \text{ dB}$$



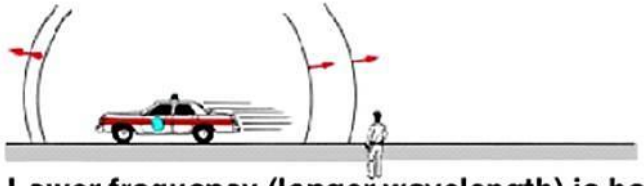
fppt.com

What is the Doppler effect?

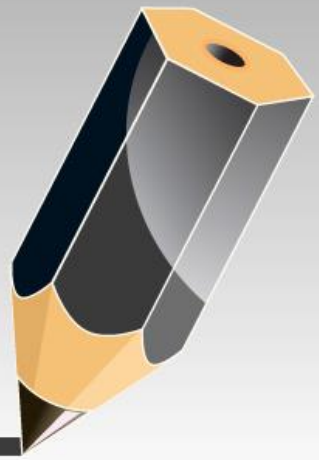


(*a*) Normal frequency is heard

(*b*) Higher frequency (shorter wavelength) is heard

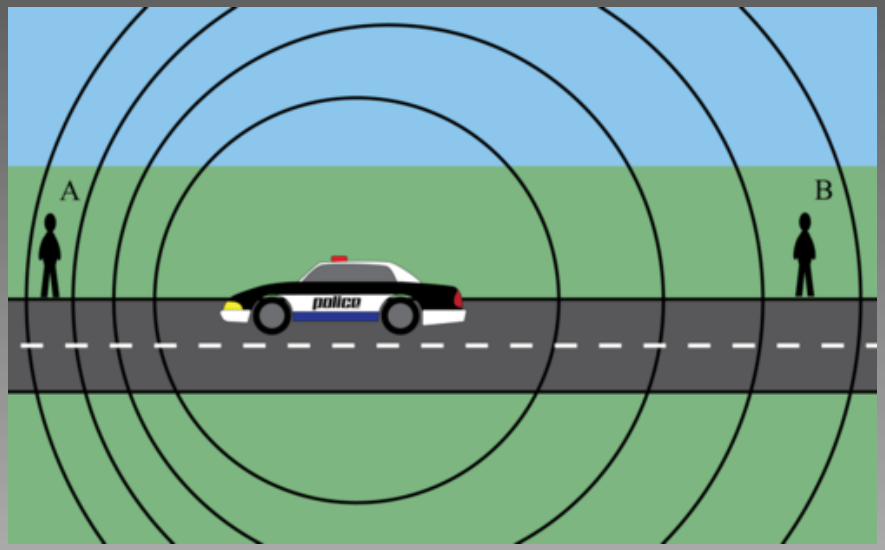


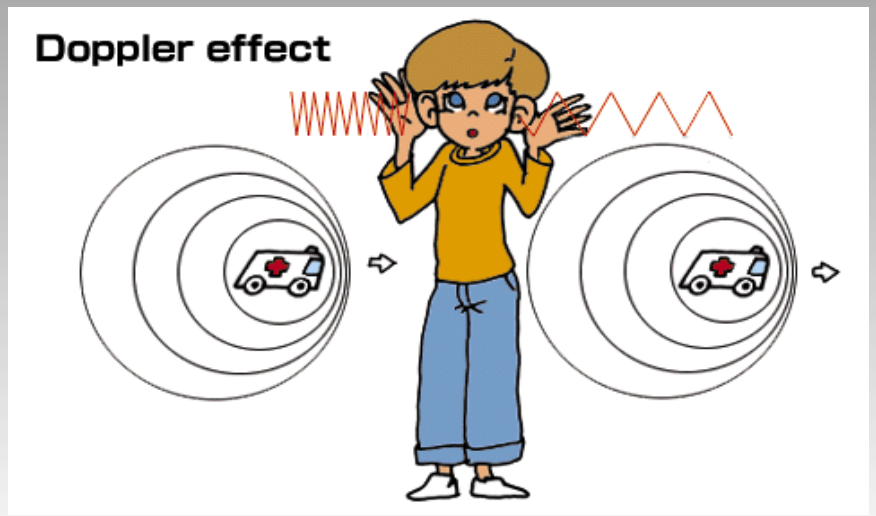
(*c*) Lower frequency (longer wavelength) is heard



fppt.com

ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

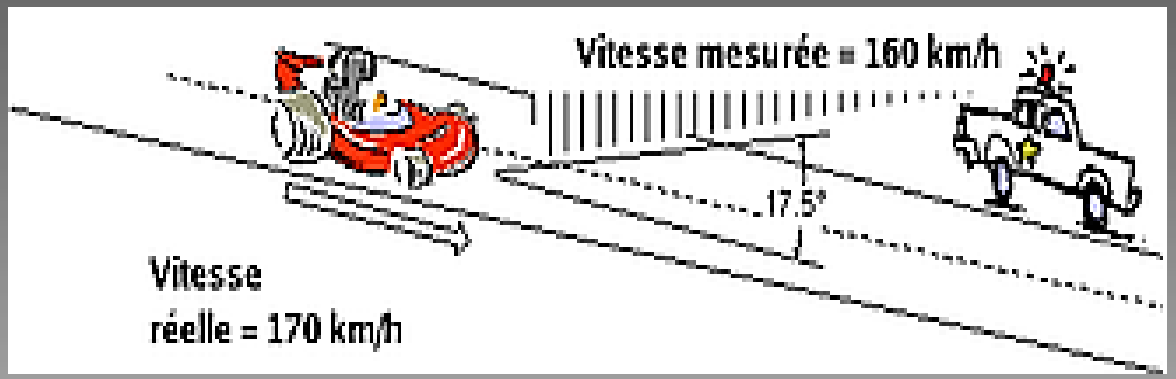


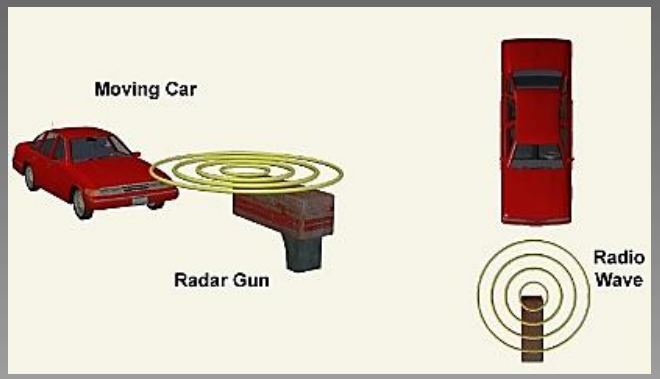


- เป็นปรากฏการณ์ที่แหล่งกำเนิดเสียง หรือผู้สังเกตอย่างใดอย่างหนึ่งเคลื่อนที่ หรือทั้งผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ด้วยกันทั้งคู่ จะทำให้ความถี่ที่ผู้สังเกตรับฟังเปลี่ยนไปจากกรณีอยู่นิ่ง โดยถ้าแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต ความถี่จะเพิ่มขึ้น เสียงจะแหลมขึ้น แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต ความถี่จะลดลงเสียงจะทุ้มลง

fppt.com

การนำเอาปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ไปใช้งาน

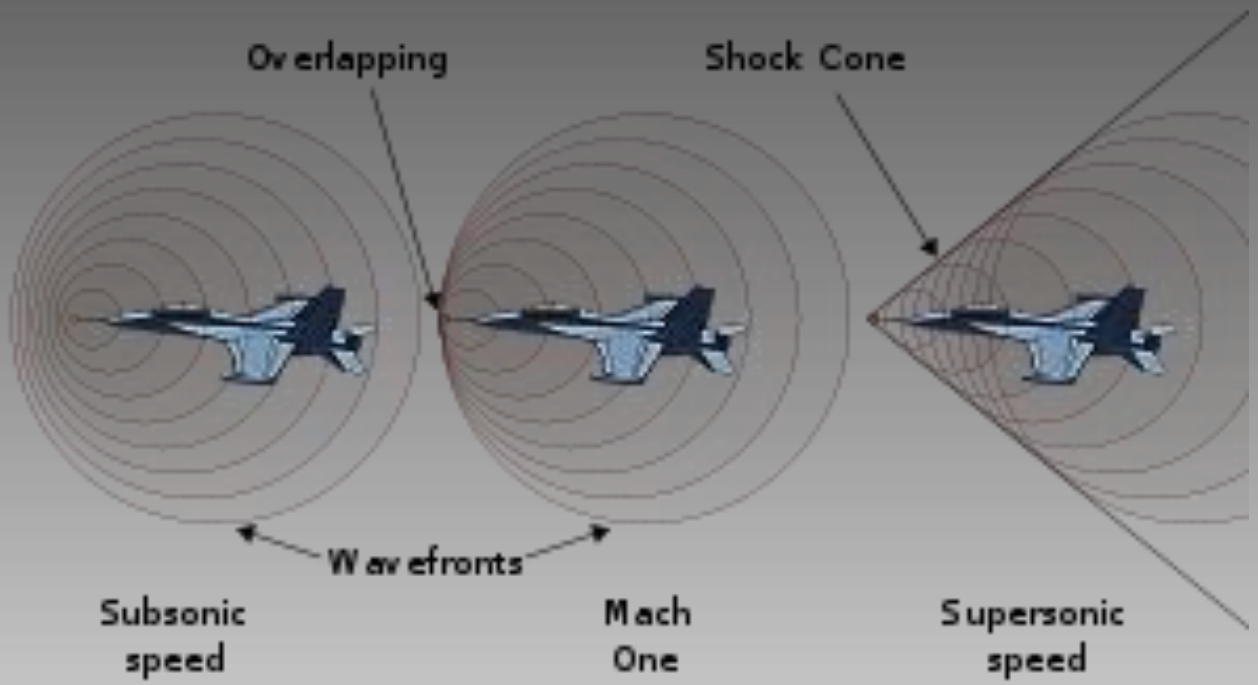




- ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์สามารถนำไปใช้วัดความเร็วของสิ่งต่างๆที่เคลื่อนที่ได้ เช่น ตำรวจจะใช้เพื่อหาอัตราเร็วของรถยนต์โดยการส่งคลื่นไมโครเวฟออกไปกระทบรถยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่ รถยนต์ก็จะสะท้อนคลื่นกลับมาที่ตำรวจ แล้ววัดหาความถี่ที่เปลี่ยนไป ทำให้ตำรวจสามารถทราบได้ว่ารถยนต์นั้นวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าใด

fppt.com

คลื่นกระแทก (Shock Wave)



เป็นการที่คลื่นเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียงได้เร็วกว่าคลื่นเสียงเคลื่อนที่ ซึ่งคลื่นนี้จะพาพลังงาน แล้วแผ่ในลักษณะเหมือนพัด

fppt.com

คลื่นกระแทก

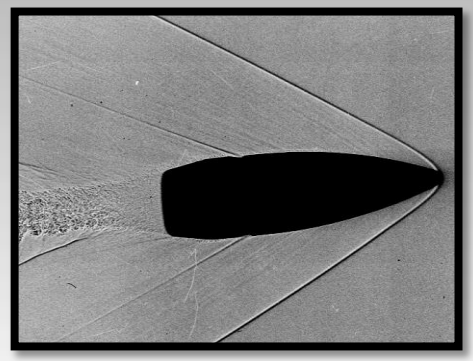
แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.4 เท่า ของความเร็วเสียง (Mach 1.4)

Mach Number คือ อัตราเร็วของแหล่งกำเนิดต่ออัตราเร็วเสียง

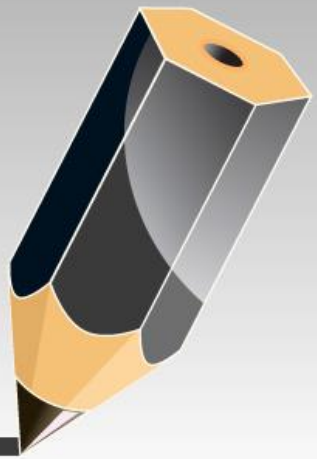
Mach Number หรือ $m = \frac{v_s}{v}$

กำหนดให้ v_s = อัตราเร็วแหล่งกำเนิดคลื่น

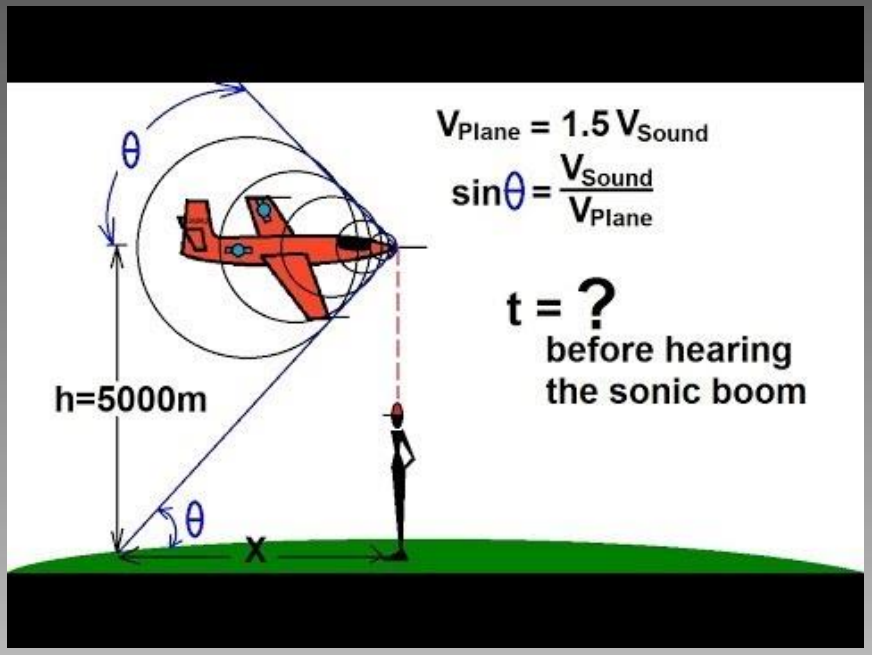
v = อัตราเร็วเสียง

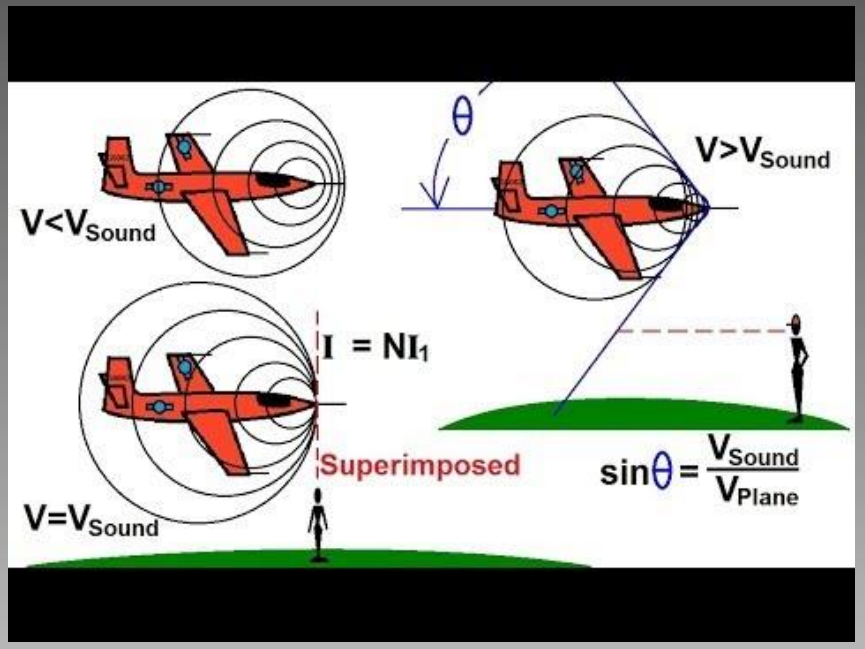


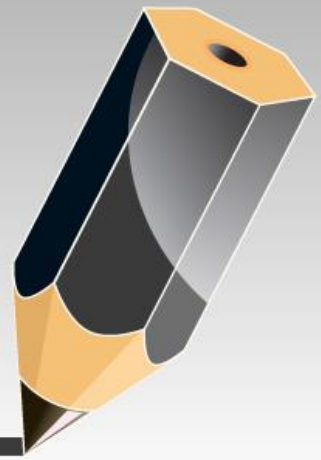
ภาพล่างเป็นรูปของลูกปืนที่เคลื่อนที่ด้วย ความเร็ว Mach 2.45



fppt.com

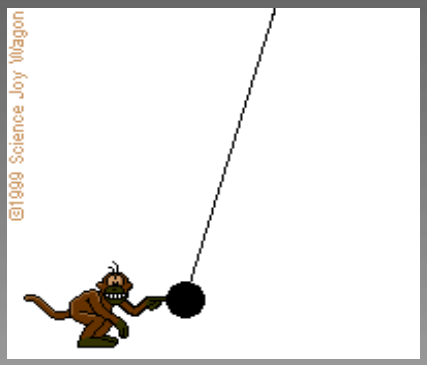

θ
h=5000m
θ
x
$V_{Plane} = 1.5\,V_{Sound}$
$\sin\theta = \frac{V_{Sound}}{V_{Plane}}$
t = ?
before hearing
the sonic boom

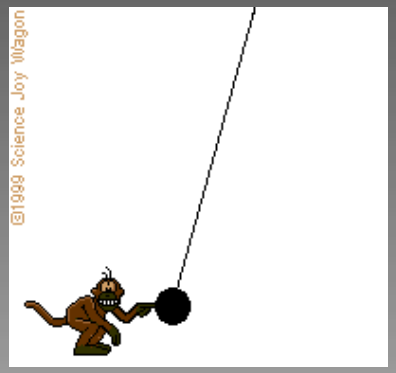

$V<V_{Sound}$
$V=V_{Sound}$
$I = NI_1$
Superimposed
θ
$V>V_{Sound}$
$\sin\theta = \frac{V_{Sound}}{V_{Plane}}$



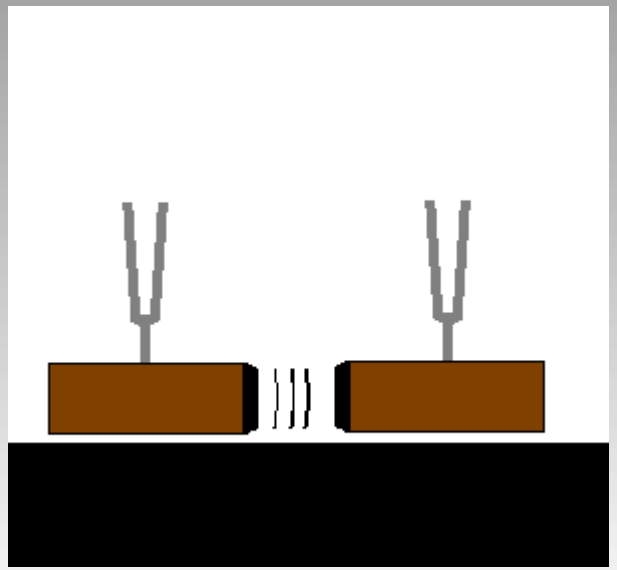
fppt.com

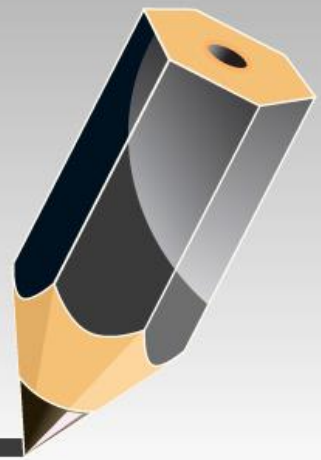
เรโซแนนซ์(RESONANCE)





- เป็นปรากฏการณ์ที่วัตถุใดๆถูกทำให้สั่นด้วยความถี่ที่ตรงกับความถี่ธรรมชาติ ทำให้วัตถุเกิดการสั่นอย่างรุนแรง
- รูปบนเป็นการสั่นโดยให้วัตถุมีความถี่เท่าความถี่ธรรมชาติ
- รูปล่างเป็นการสั่นโดยให้วัตถุมีความถี่มากกว่าความถี่ธรรมชาติ





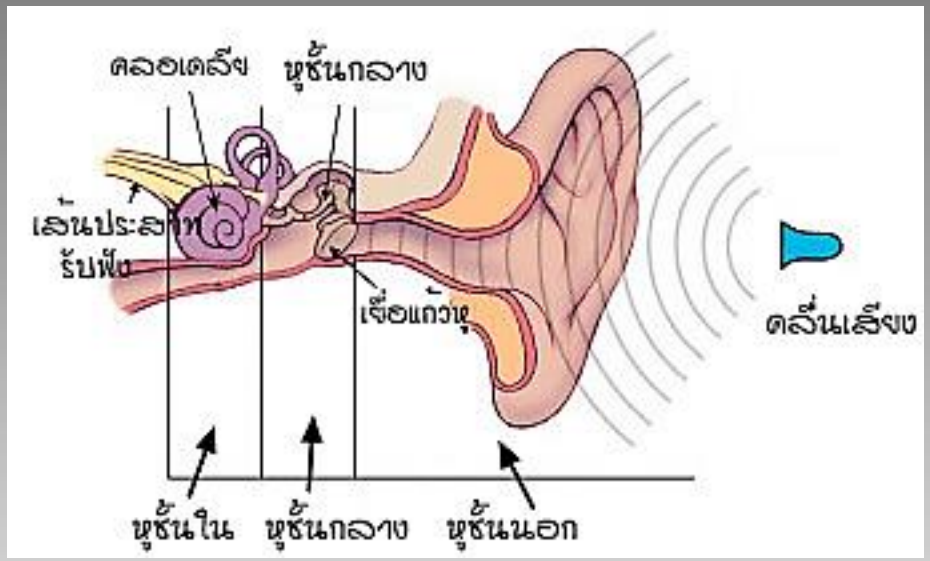
fppt.com

การพังของสะพานทาโคมาแนโรว์

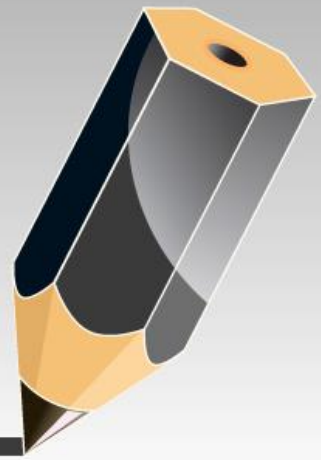
- สะพานทาโคมาแนโรว์ ในอเมริกา พังทลายลงเนื่องจากลมที่พัดมากระทบกับสะพาน มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของการสั่นของสะพาน จึงทำให้สะพานแกว่งแรงขึ้นจนพังในที่สุด.

fppt.com

หูและการได้ยิน

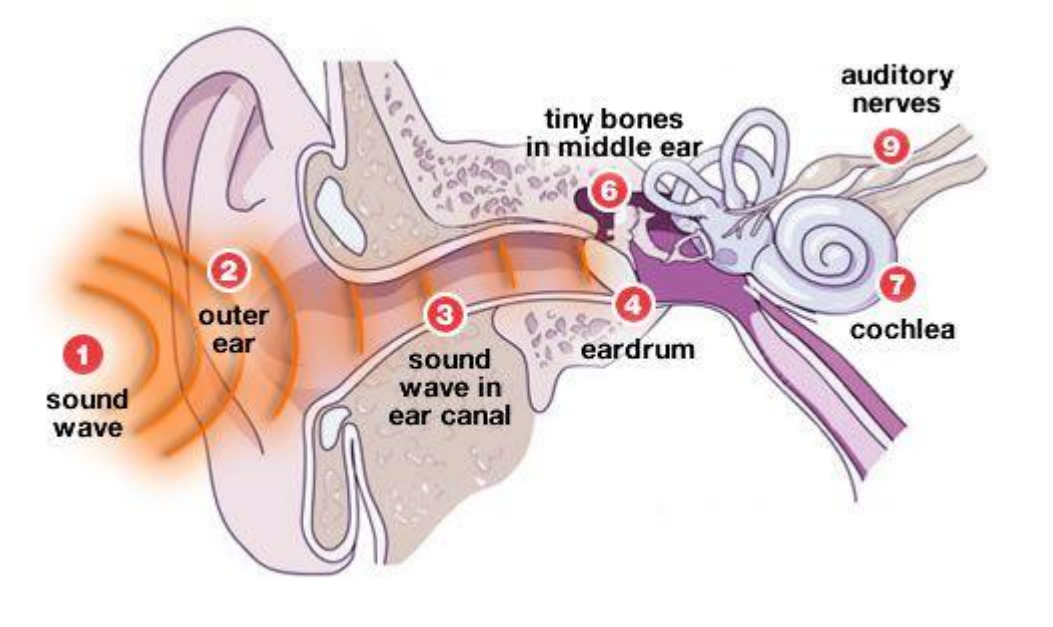


- ส่วนประกอบของหู แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ
  - -หูชั้นนอก
  - -หูชั้นกลาง
  - -หูชั้นใน



fppt.com

การได้ยินเสียง



เสียงที่เกิดขึ้นทุกชนิดมีลักษณะเป็นคลื่นเสียง ใบหูรับคลื่นเสียงเข้าสู่รูหูไปกระทบเยื่อแก้วหู เยื่อแก้วหูถ่ายทอดความสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงไปยังกระดูกค้อน กระดูกทั่ง และกระดูกโกลน ซึ่งอยู่ในหูชั้นกลางและเลย ไปยังท่อรูปครึ่งวงกลม แล้วต่อไปยังของเหลวในท่อรูปหอยโข่ง และประสาทรับเสียงในหูชั้นในตามลำดับ ประสาทรับเสียงถูกกระตุ้นแล้วส่งความรู้สึกไปสู่สมองเพื่อแปลความหมายของเสียงที่ได้ยิน

fppt.com

มลพิษทางเสียง

สาเหตุของการเกิดเสียงรบกวน

แยกตาม

แหล่งกำเนิดได้ 2 ประเภท

1.แหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่

2.แหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่

fppt.com

คำถามท้ายบท

1.เสียงจัดเป็นคลื่นชนิดใด และวาดรูปส่วนประกอบของเสียง

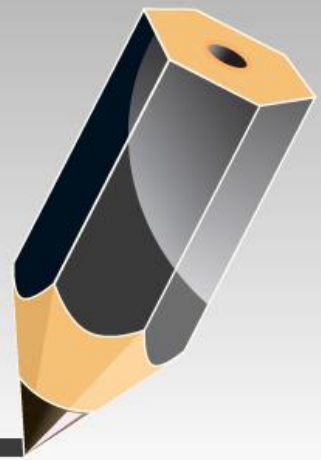
2. ความถี่เสียงแบ่งเป็นกี่ช่วงอะไรบ้าง

3. การสะท้อนเสียงมี 2 แบบอะไรบ้าง

4. บีตส์ คืออะไร เกิดจากปรากฏการณ์ใดของคลื่น

5. จงอธิบายปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

6. เรโซแนนซ์คืออะไร



fppt.com