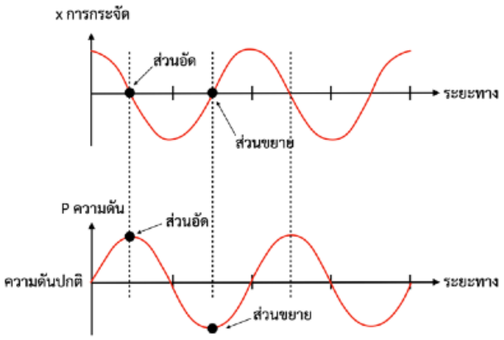
เสียง

การเกิดคลื่นเสียง เกิดจากการสั่นแบบซิมเปิลฮาร์มอนิก โดยพลังงานการสั่นจะถูกถ่ายโอนให้กับตัวกลาง จนตัวกลางสั่นแล้วถ่ายโอนให้โมเลกุลต่อ ๆ ไป

เสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง มีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน เสียงเป็นคลื่นกล ที่ใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ และมีลักษณะเป็นคลื่นตามยาว

กราฟของคลื่นเสียง



ลักษณะของกราฟการกระจัดและความดันจะมีเฟส ต่างกันอยู่ 90° โดยโมเลกุลที่ชิดกันจะเรียกว่า **ส่วนอัด** โมเลกุลที่อยู่ห่างกันจะเรียกว่า **ส่วนขยาย**

อัตราเร็วของคลื่นเสียง

อัตราเร็วของคลื่นเสียง คือ ระยะทางที่เสียงเคลื่อนที่ ได้ในเวลา 1 วินาที สามารถหาได้จากสมการ

$$v = \frac{s}{t} = f\lambda = \frac{\lambda}{T}$$

เมื่อ v คือ อัตราเร็วเสียง มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

s คือ ระยะทาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วเสียง

1. ความหนาแน่นของตัวกลาง

อัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะมีค่ามากกว่าในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

อัตราเร็วเสียงในแต่ละสภาวะ	สูตร
อัตราเร็วเสียงในอากาศ	$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$
อัตราเร็วเสียงในของแข็ง	$v = \sqrt{\frac{y}{\rho}}$
อัตราเร็วเสียงในของเหลว	$v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$
อัตราเร็วเสียงในแก๊ส	$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$

เมื่อ y คือ มอดุลัสความยืดหยุ่นของของแข็ง มีหน่วยเป็น นิวตัน/ตารางเมตร (N/m^2)

ρ คือ ความหนาแน่น มีหน่วยเป็น กิโลกรัมลูกบาศก์เมตร (kg/ m^3)

β คือ มอดุลัสความยืดหยุ่นของของเหลว มีหน่วยเป็น นิวตัน/ตารางเมตร (N/m^2)

γ คือ อัตราส่วนความจุความร้อนจำเพาะ

P คือ ความดันของอากาศ มีหน่วยเป็น นิวตัน/ตารางเมตร (N/m^2)

2. อุณหภูมิ

ในอากาศปกติสามารถหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้จากสมการ

$$v_t = 331 + 0.6t$$

เมื่อ v คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

t คือ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

สมบัติของเสียง

1. การสะท้อนของเสียง

เมื่อเสียงตกกระทบผิวสะท้อนมีค่ามากกว่าความยาวคลื่นจะเกิดการสะท้อนและเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่นทุกประการ ดังนี้

1.1 มุมตกกระทบ θ_1 เท่ากับ มุมสะท้อน θ_2

1.2 รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นตั้งฉากจะต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน

2. การหักเหของเสียง

เมื่อเสียงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันหรืออุณหภูมิต่างกันจะเกิดการหักเหของเสียง ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

เมื่อ θ_1, θ_2 คือ มุมตกกระทบ และมุมหักเห

v_1 ,v_2 คือ อัตราเร็วเสียงของตัวกลางที่ 1 และ 2

λ_1, λ_2 คือ ความยาวคลื่นของตัวกลางที่ 1 และ 2

T_1 ,T_2 คือ อุณหภูมิ ในหน่วยเคลวิน ของตัวกลางที่ 1 และ 2

3. การแทรกสอดของเสียง

เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นเสียง 2 แหล่งเคลื่อนที่มารวมกัน ในลักษณะของการเสริมกัน (ปฏิบัพ) หรือหักล้างกัน (บัพ)

	เฟสตรงกัน	**เฟสตรงข้ามกัน**
เสริมกัน (ปฏิบัพ)	$S_1P - S_2P = n\lambda$ $d\sin\theta = n\lambda$	$S_1P - S_2P = (n - \frac{1}{2})\lambda$ $d\sin\theta = (n - \frac{1}{2})\lambda$
หักล้างกัน (บัพ)	$S_1P - S_2P = (n - \frac{1}{2})\lambda$ $d\sin\theta = (n - \frac{1}{2})\lambda$	$S_1P - S_2P = n\lambda$ $d\sin\theta = n\lambda$

ตำแหน่งที่คลื่นเสียงเสริมกัน
จะได้ยินเสียงดัง

ตำแหน่งที่คลื่นเสียงหักล้างกัน
จะได้ยินเสียงเบา

4. การเลี้ยวเบนของเสียง

การเลี้ยวเบนสามารถเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่ได้ตามมุมของสิ่งกีดขวาง เมื่อผ่านช่องแคบหรือวัตถุ โดยเสียงที่มีความถี่ต่ำจะเลี้ยวเบนได้ดีกว่าเสียงที่มีความถี่สูง

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

บีตและคลื่นนิ่ง

บีต คือ การแทรกสอดระหว่างคลื่นเสียง 2 ขบวนที่มีแอมพลิจูดเท่ากันความถี่ต่างกันเล็กน้อย คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นทำให้ได้ยินเสียงดัง เสียงเบา สลับกันไปเป็นจังหวะ เรียกว่า บีตของเสียง

ความถี่บีต คือ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังหรือเบาใน 1 วินาที หาได้จากผลต่างระหว่างความถี่ของแหล่งกำเนิดทั้ง 2 แหล่ง ดังสมการ

$$f_B = f_1 - f_2$$

$$f_{avg} = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

เมื่อ f_B คือ ความถี่บีต มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

f_1, f_2 คือ ความถี่คลื่นของแหล่งกำเนิดที่ 1 และ 2

f_{avg} คือ ความถี่เฉลี่ย

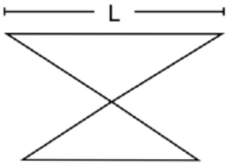
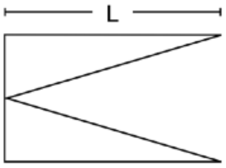
การสั่นพ้องของเสียง

การสั่นพ้องของเสียง คือ ปรากฏการณ์ที่มีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่ง โดยความถี่นั้นจะเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น

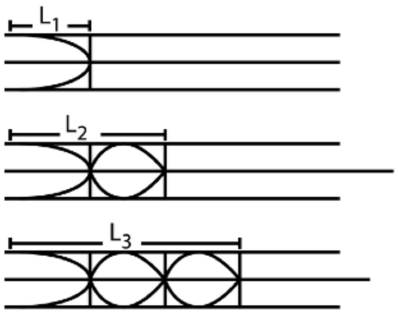
ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ คือ การที่วัตถุสั่นได้เองด้วยความถี่ค่าหนึ่งตามธรรมชาติ โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ

การสั่นพ้องในหลอดยาว แบ่งเป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 การสั่นพ้องของเสียงในหลอดปลายเปิดและหลอดปลายปิด

	หลอดปลายเปิด	**หลอดปลายปิด**
รูปแบบ	 $L = \frac{\lambda}{2}$	 $L = \frac{\lambda}{4}$
ความยาวคลื่น (λ)	$\lambda = \frac{2L}{n}$	$\lambda = \frac{4L}{2n-1}$
ความถี่เสียงที่ทำให้สั่นพ้อง (f_n)	$f_n = \frac{nv}{2L}$	$f_n = \frac{(2n-1)v}{4L}$

กรณีที่ 2 การสั่นพ้องของเสียงในหลอดที่ปรับค่าความยาวได้



$$L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$$

$$L_3 - L_2 = \frac{\lambda}{2}$$

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

ความเข้มของเสียง

ความเข้มของเสียง (I) คือ กำลังของเสียงที่ตกกระทบพื้นที่ตั้งฉากหนึ่งตารางหน่วย

กำลังของเสียง (P) คือ ปริมาณของพลังงานเสียงที่ส่งออกมาจากแหล่งกำเนิดใน 1 หน่วยเวลา

ความดังของเสียง คือ ความรู้สึกที่จะได้ยินเสียงที่เกิดขึ้น แอมพลิจูดมากเสียงจะยิ่งดังมาก

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

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

P คือ กำลังเสียงจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

R คือ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดถึงจุดความเข้มเสียง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

A คือ พื้นที่รับพลังงานเสียง มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

สามารถหาความเข้มเสียงสัมพัทธ์ได้จาก $$I_{\text{สัมพัทธ์}} = \frac{I}{I_0}$$

ระดับความเข้มเสียง (β) คือ ปริมาณที่บ่งบอกความดังของเสียงที่ได้ยินเป็นระดับหน่วย เดซิเบล (dB)

$$\beta = 10\log(\frac{I}{I_0}) = 10\log I + 120$$

เมื่อ β คือ ระดับความเข้มเสียง มีหน่วยเป็น เดซิเบล (dB)

I คือ ความเข้มเสียงที่วัดได้ มีหน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร (W/m^2)

I_0 คือ ความเข้มเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยิน = 10 - 12 มีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร (W/ m^2)

ผลต่างระดับความเข้มเสียง ($\beta_1 - \beta_2$)

$$\beta_1 - \beta_2 = 10\log(\frac{I_1}{I_2}) \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{P_1}{P_2}(\frac{R_2}{R_1})^2 \qquad \beta_1 - \beta_2 = 20\log(\frac{R_2}{R_1})$$

คุณภาพเสียงและระดับเสียง

คุณภาพเสียง คือ ลักษณะของคลื่นเสียงที่แตกต่างกันตามแหล่งกำเนิดโดยมีลักษณะเฉพาะตัว

ระดับเสียง คือ ปริมาณที่บอกเสียงสูง ต่ำ จะขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง

- ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่สูง เสียงจะแหลม เรียกว่า ระดับเสียงสูง
- ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำ เสียงจะทุ้ม เรียกว่า ระดับเสียงต่ำ ช่วงความถี่ของมนุษย์ที่ได้ยิน (audible range) มีค่าอยู่ระหว่าง 20 - 20,000 Hz เท่านั้น
- เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 H2 ลงไป เรียกว่า คลื่นใต้เสียง (infra sonic)
- เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 Hz ขึ้นไป เรียกว่า คลื่นเหนือเสียง (ultra-sonic)

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Dopper effect) คือ การที่ผู้สังเกตได้ยินเสียงที่มีความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียงเปลี่ยนไป เมื่อผู้สังเกตมีการเคลื่อนที่เข้าหาหรือแยกออกจากกัน เกิดขึ้นได้กับคลื่นทุกชนิด แบ่งเป็น 2 กรณี

1. ความยาวคลื่นที่เกิดขึ้นกับแหล่งกำเนิดเท่านั้น ถ้าแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่จะทำให้ความยาวคลื่นเปลี่ยนไป ถ้าแหล่งกำเนิดหยุดนิ่ง ความยาวคลื่นจะเท่ากันหมด

$$\lambda_{\text{หน้า}} = \frac{u - v_s}{f_s} \text{ และ } \lambda_{\text{หลัง}} = \frac{u + v_s}{f_s}$$

เมื่อ u คือ ความเร็วเสียง ไม่คิดเครื่องหมาย มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

v_s คือ ความเร็วแหล่งกำเนิด ไม่คิดเครื่องหมาย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

v_0 คือ ความเร็วผู้สังเกต มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

f_s คือ ความถี่ของแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

2. ความถี่ที่ผู้สังเกตได้รับ (f'

$$f' = f_s\left(\frac{u - v_L}{u - v_s}\right)$$

V_L = 0 เมื่อผู้ฟังอยู่นิ่ง

V_L = + เมื่อผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิด

V_L = - เมื่อผู้ฟังเคลื่อนที่ออกห่างจากแหล่งกำเนิด

V_s = 0 เมื่อแหล่งกำเนิดอยู่นิ่ง

V_s = + เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ออกจากผู้ฟัง

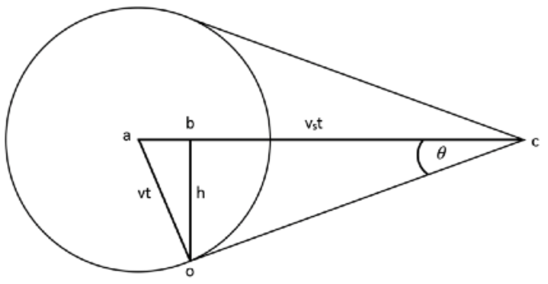
V_s = - เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้ฟัง

คลื่นกระแทก

คลื่นกระแทก (shock wave) เกิดขึ้นเมื่อมีแหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่าความเร็วของคลื่นในตัวกลางที่แหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่ไปโดยคลื่นกระแทกมีหน้าคลื่นเป็นผิวรูปกรวยที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิด

อัตราส่วนของอัตราเร็วของแหล่งกำเนิดต่ออัตราเร็ว คือ เลขมัค (Mach Number)

Mach number= $= \frac{v}{v_s} = \frac{1}{\sin\theta} = \csc\theta$



น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

1. ปล่อยก้อนหินลงไปในบ่อลึก 20 เมตร พบว่าอีก 2.06 วินาทีต่อมา ได้ยินเสียงก้อนหินกระทบก้นบ่อ อัตราเร็วของเสียงที่ได้จากข้อมูลนี้เป็นเท่าใด

1. 333 m/s
2. 340 m/s
3. 347 m/s
4. 352 m/s

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

2. หน้าต่างเปิดออกมีความกว้าง 2.5 m ยาว 4 m ระดับความเข้มเสียงที่หน้าต่าง = 60dB จงหาว่าในเวลา 1 นาที จะมีพลังงานเสียงลอดหน้าต่างไปทั้งสิ้นเท่าใด

1. 1×10^{-7} kJ
2. 1×10^{7} kJ
3. 6×10^{-7} kJ
4. 6×10^{7} kJ

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

3. แหล่งกำเนิดเสียง A และ B มีกำลังเสียง 10 และ 80 วัตต์ ตามลำดับ ทำการทดลองโดยวัดระดับความเข้มเสียงจากจุดซึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง A และ B เป็นระยย 10 m และ 20 m ตามลำดับ ผลต่างระหว่างระดับความเข้มทั้งสองจุดเป็นเท่าใด

1. 2 dB
2. 3 dB
3. 4 dB
4. 5 dB

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

4. จงเลือกหลอดกำทอนอันที่สั้นที่สุดเพื่อจะใช้กับคลื่นที่มีความถี่ 700 Hz แล้วเกิดกำทอนได้ 3 ครั้ง กำหนดความเร็วเสียงเป็น 350 m/s

1. หลอดยาว 40 cm
2. หลอดยาว 50 cm
3. หลอดยาว 60 cm
4. หลอดยาว 70 cm

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics

5. รถไฟขบวนหนึ่งเปิดหวูดขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 30 m/s เข้าสู่สถานี กำเนิดเสียงด้วยความถี่ 500 Hz นายสถานียืนอยู่กับที่ จะได้ยินเสียงมีความถี่เท่าใด ถ้าความเร็วเสียงในอากาศ = 350 m/s

1. 461 Hz
2. 500 Hz
3. 547 Hz
4. 600 Hz

น้อง ๆ ม.4 อยากอัปคะแนนเก็บเกรด 4 ฟิสิกส์
สอบถามคอร์สเรียนได้ที่ line: @idealphysics