

## บทที่ 12 เสียง

### 12.1 ธรรมชาติของเสียง

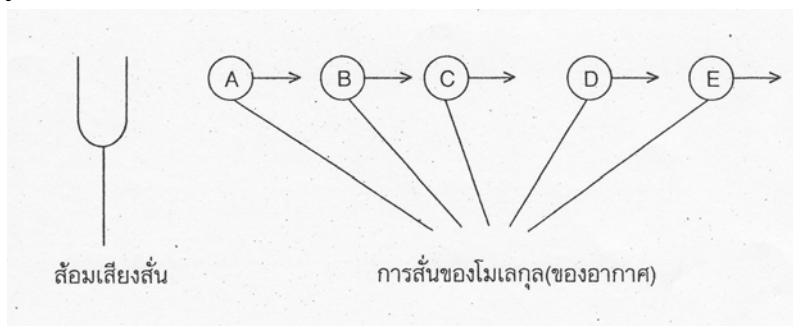
1. การเกิดขึ้นของเสียง คือ เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุต่าง ๆ
2. การสั่นของวัตถุ เช่น การสั่นของสายกีตาร์ จะมีการถ่ายโอนพลังงาน การสั่นจากต้นกำเนิดเสียงมายังหูคนฟัง (ถ้าไม่มีอากาศจะไม่เกิดเสียง)
3. แหล่งกำเนิดของเสียงสั่นครบ 1 รอบ จะได้ 1 ลูกคลื่น เท่ากับ 1  $\lambda$
4. ความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากับความถี่เสียง
5. การจะเกิดเสียงได้ ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง
  - 5.1 มีแหล่งกำเนิดเสียง
  - 5.2 มีการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง
  - 5.3 มีตัวกลางให้คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน
6. ถ้าไม่มีอากาศเสียงวิ่งไม่ได้ เช่น เสียงวิ่งผ่านอวกาศไม่ได้
7. เสียงเป็นคลื่นกล คือ เสียงเป็นคลื่นกล เพราะต้องมีตัวกลางถึงจะเกิดเสียงได้
8. เสียงเป็นคลื่นตามยาว คือ เสียงเป็นคลื่นตามยาว เพราะเวลาค้นเสียงเคลื่อนที่ ทิศคลื่น ทิศตัวกลางขนานกัน

**คลื่นเสียง (sound wave)** นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ดังนี้

1. **คลื่นที่ได้ยิน หรือ เสียง (audible waves or sounds)** เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คืออยู่ในช่วง 20 – 20,000 เฮิรตซ์
2. **คลื่นใต้เสียง (infrasonic waves or infrasounds)** เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน คือ ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์
3. **คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves or ultrasounds)** เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน คือ สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์

#### 12.1.1 การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง

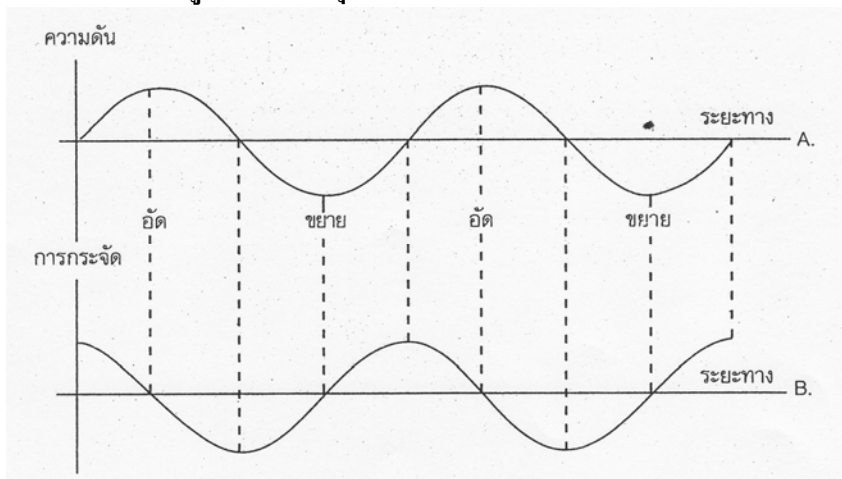
ถ้าวัตถุสั่น เช่น การสั่นของสายกีตาร์ จะไปสั่นโมเลกุลอากาศโดยรอบและมีการถ่ายโอนพลังงานคลื่นเสียงกับอากาศจะอยู่ในแนวเดียวกัน



## ความรู้ประกอบการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลาง

1. คลื่นเสียงเคลื่อนที่โดย โมเลกุลของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นเสียง แต่จะเคลื่อนที่แบบสั่นกลับไปกลับมา
2. เมื่อคลื่นเสียงวิ่งผ่านไป โมเลกุลอากาศจะสั่นไปมาและอยู่ในที่ตำแหน่งเดิม
3. การสั่นของเสียงพลังงานจะถูกถ่ายโอนจากแหล่งกำเนิดไปยังหูผู้ฟัง
4. ความถี่ของแหล่งกำเนิดเท่ากับความถี่เสียง
5. บริเวณที่อากาศอัดตัวสูงกว่าปกติจะเกิดเสียงดังมากบริเวณที่อากาศอัดตัวน้อยกว่าปกติจะเกิดเสียงดังค่อย
6. กราฟระหว่างความดันกับระยะทางและการกระจัดกับระยะทางมีเฟสต่างกัน  $90^\circ$
7. ระยะห่างจากช่วงอากาศอัดตัวเท่ากับ  $\lambda$  และช่วงอัดถึงช่วงขยายตัวเท่ากับ  $\lambda/2$
8. ความเร็วเสียงจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ถ้าอุณหภูมิคงที่

### รูปแสดงโมเลกุลของคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศ



- A. กราฟระหว่างความดันกับระยะทางของแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง  
B. กราฟระหว่างการกระจัดกับระยะทางของแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง

### แบบฝึกหัด 12.1.1 การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง

1. (O-NET49) คลื่นใดต่อไปนี้เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  1. คลื่นแสง
  2. คลื่นเสียง
  3. คลื่นผิวน้ำคำตอบที่ถูกต้องคือ
  1. ทั้ง 1, 2 และ 3
  2. ข้อ 2 และ 3
  3. ข้อ 1 เท่านั้น
  4. ผิดทุกข้อ
2. (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้เป็นคลื่นที่เกี่ยวข้องกับคลื่นตามยาว
  1. เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  2. เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของตัวกลาง
  3. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นได้หลายแนว
  4. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
3. ถ้ายานอวกาศ A และยานอวกาศ B อยู่ในบริเวณที่เป็นสุญญากาศ เมื่อยานอวกาศ A เกิดระเบิด คนในยานอวกาศ B จะได้ยินเสียงหรือไม่เพราะเหตุใด

### 12.1.2 อัตราเร็วเสียง

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น อัตราเร็วเสียง ( $v$ ) มีสัมพันธกับความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) และความถี่ของคลื่น ( $f$ ) ดังสมการ

$$v = \lambda f \dots\dots\dots(12.1)$$

- เมื่อ
- $v$  แทน ความเร็วของคลื่นเสียง
  - $f$  แทน ความถี่ของคลื่นเสียง
  - $\lambda$  แทน ความยาวคลื่นของคลื่นเสียง

นอกจากนี้อัตราเร็วเสียง ยังขึ้นอยู่กับ

1. ตัวกลาง เสียงจะเคลื่อนที่เร็วที่สุดเมื่อตัวกลางเป็นของแข็ง รองลงมาคือของเหลว และเคลื่อนที่ผ่านแก๊สได้ช้าที่สุด

$$V_{\text{ของแข็ง}} > V_{\text{ของเหลว}} > V_{\text{แก๊ส}}$$

2. ความหนาแน่นของตัวกลาง ความหนาแน่นมากความเร็วมาก ความหนาแน่นน้อยความเร็วน้อย

3. อุณหภูมิของตัวกลาง อัตราเร็วของเสียงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับรากที่สองของอุณหภูมิสมบูรณ์ขณะนั้น

ถ้าให้  $v$  แทน ความเร็วของเสียงในอากาศ

$T$  แทน อุณหภูมิสมบูรณ์ ( $t + 273$ ) ( $T$  เป็น อุณหภูมิเคลวิน  $t$  เป็นอุณหภูมิเป็นเซลเซียส)

$$v \propto \sqrt{T}$$

สูตรเปรียบเทียบ 
$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \dots\dots\dots(12.2)$$

ถ้าแปลงอุณหภูมิเป็นเซลเซียส

จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ  $t = 0^\circ\text{C}$  เสียงจะมีความเร็วเท่ากับ 331 m/s

แทนในสมการ 12.2 
$$\frac{V_{t^\circ\text{C}}}{V_{0^\circ\text{C}}} = \sqrt{\frac{t + 273}{0 + 273}}$$

จะได้ 
$$v_t = v_0 + 0.6 t \dots\dots\dots(12.3)$$

หรือ 
$$v_t = 331 + 0.6 t \dots\dots\dots(12.4)$$

เมื่อ  $v_t$  แทน อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่  $t^\circ\text{C}$   $v_0$  แทน อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่  $0^\circ\text{C}$

อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่  $0^\circ\text{C}$  ประมาณ 331 m/s และถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไป  $1^\circ\text{C}$  อัตราเร็วของเสียงจะเปลี่ยนเป็น 0.6 m/s

### แบบฝึกหัด 12.1.2 อัตราเร็วเสียง

- จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส
- จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 30 °C กำหนดให้อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ 0 °C เท่ากับ 331 m/s
- จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 323 K กำหนดให้อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ 0 °C เท่ากับ 331 m/s
- ที่อุณหภูมิ 20 °C กับ 40 °C อัตราเร็วของเสียงจะต่างกันเท่าใด
- ที่อุณหภูมิ 283 K กับ 313 K อัตราเร็วของเสียงจะต่างกันเท่าใด
- ที่อุณหภูมิ 35 °C คลื่นเสียงที่มีความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ จะมีความยาวคลื่นเท่าใด
- ถ้าเสียงมีความเร็ว 300 เมตรต่อวินาที ระยะห่างระหว่างส่วนอัดที่อยู่ติดกันห่างกัน 1.5 เมตร ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นเท่าใด
- ถ้าเสียงมีความเร็ว 400 เมตรต่อวินาที ระยะห่างระหว่างส่วนขยายที่อยู่ติดกันห่างกัน 2 เมตร ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นเท่าใด
- ค้ำควาส่งคลื่นอัลตราโซนิก ความยาวคลื่นสั้นที่สุด 0.3 มิลลิเมตร ออกมาถ้าอัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 330 เมตรต่อวินาที ความถี่ของคลื่นที่มากที่สุดที่ค้ำควาส่งออกมามีค่าเท่าใด
- คนที่บ้านพักริมทางรถไฟมักตรวจสอบว่าจะมีขบวนรถไฟผ่านหรือไม่ โดยใช้หูแนบกับรางรถไฟ เพราะเหตุใดจึงทำเช่นนั้น
- จะมีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่า อัตราเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ มีค่าคงตัวโดยไม่ขึ้นอยู่กับความถี่
- จงหาความยาวคลื่นของเสียงซึ่งมีความถี่ 1000 เฮิรตซ์ ขณะคลื่นเสียงผ่านอากาศ น้ำ และเหล็ก ที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเท่ากัน กำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศ น้ำ และเหล็ก ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีค่าเป็น 343 1482 และ 5941 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ (0.34 m, 1.48 m, 5.94 m)
- (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้มีผลทำให้อัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศเปลี่ยนแปลงได้
  - ลดความถี่
  - เพิ่มความยาวคลื่น
  - เพิ่มแอมพลิจูด
  - ลดอุณหภูมิ
- (O-NET54) ปัจจัยต่อไปนี้มีผลต่อความเร็วเสียงในอากาศ
  - ความถี่
  - อุณหภูมิ
  - ความดัน
  - ความชื้นเสียง
- (มข.51) ข้อใดต่อไปนี้มีผลต่ออัตราเร็วของเสียง
  - อุณหภูมิ
  - ความถี่
  - ความยาวคลื่นคำตอบที่ถูกต้องคือ
  - ข้อ ก. เท่านั้น
  - ข้อ ก. และ ข้อ ข.
  - ข้อ ก. และ ข้อ ค.
  - ข้อ ข. และ ข้อ ค.
- (มข.53) เปิดเสียงความถี่ 200 เฮิรตซ์ ให้เคลื่อนที่กระจายไปในอากาศที่มีอุณหภูมิ 25 °C จงหาค่าความยาวคลื่นเสียง
  - 500 เมตร
  - 346 เมตร
  - 8.0 เมตร
  - 1.73 เมตร
- (มข.54) ถ้าอากาศมีอุณหภูมิ 0 °C ความเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่าไร
  - 330 เมตร/วินาที
  - 331 เมตร/วินาที
  - 340 เมตร/วินาที
  - 343 เมตร/วินาที

### 12.1.3 พฤติกรรมของเสียง

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่งจึงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอด เราสามารถศึกษาพฤติกรรมของเสียงได้จากปรากฏการณ์ต่อไปนี้

#### การสะท้อนของเสียง

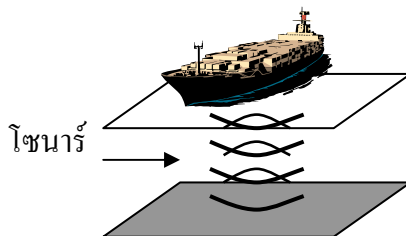
เมื่อคลื่นเสียงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นต่างกัน เสียงจะเกิดการสะท้อน เช่น เสียงเดินทางจากอากาศไปยังผาผนัง

#### สรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติการสะท้อนของเสียงได้ดังนี้

1. เสียงเดินทางจากตัวกลางที่หนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า จะทำให้เสียงสะท้อนเพียงบางส่วนเท่านั้น โดยที่คลื่นสะท้อนจะกลับเฟส 180 องศา ส่วนที่เหลือจะเคลื่อนที่ต่อไป
2. เสียงเดินทางจากตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะทำให้เสียงสะท้อนกลับมีเฟสเหมือนเดิม
3. การสะท้อนของคลื่นเสียง มีหลักการเดียวกับคลื่นทั่ว ๆ ไป คือ
  - ทิศทางของคลื่นตกกระทบ เส้นปกติ ทิศทางคลื่นสะท้อนต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
  - มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
4. เสียงก้อง ( Echo Sound ) เป็นเสียง ๆ เดียวกันที่เราได้ยินซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ซึ่งเป็นผลเนื่องจากเสียงสะท้อนจากสิ่งกีดขวาง โดยทั่วไปเสียงที่ส่งผ่านไปยังสมอจะยังคงค้างอยู่นาน 0.1 วินาที ถ้าเสียงที่เปล่งออกไปนั้นเกิดการสะท้อนกลับมาให้ได้ยินในช่วงเวลาที่มากกว่า 0.1 วินาที เราสามารถแยกสะท้อนที่เปล่งออกไปได้ เรียกเสียงสะท้อนในกรณีนี้ว่า เสียงสะท้อนกลับ (echo) แต่ถ้าเราส่งเสียงในห้องที่แคบ เช่น ในห้องน้ำเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นจะกลับเข้ามาที่หูในช่วงเวลาที่สั้นกว่า 0.1 วินาที ซึ่งเราไม่สามารถแยกเสียงที่เปล่งออกไปกับเสียงที่สะท้อนกลับออกจากกันได้ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การก้องวาน (reverberation)

#### ประโยชน์ของเสียงสะท้อนกับมนุษย์และสัตว์

1. ใช้ในการหาอาหารของสัตว์บางชนิด เช่น ค้างคาว ปลาโลมา
2. ใช้ผลิตเครื่องโซนาร์ (SONAR) ซึ่งสามารถผลิตคลื่นเสียงอัลตราโซนิกขึ้นได้ ซึ่งคลื่นนี้เมื่อส่งไปกระทบกับสิ่งกีดขวางจะสะท้อนกลับเข้าเครื่อง ทำให้ทราบลักษณะทิศระยะทางของสิ่งกีดขวาง



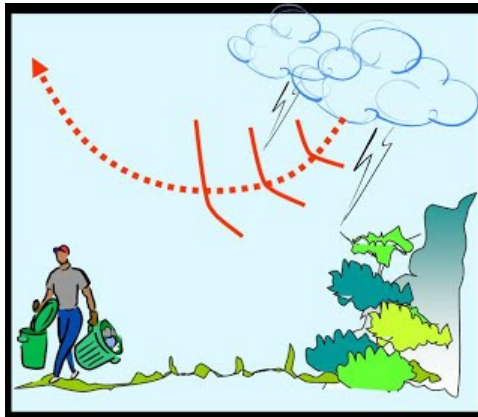
3. ใช้ตรวจรอยร้าวในเนื้อโลหะ
4. ใช้ในทางการแพทย์ เพื่อตรวจดูความผิดปกติของเนื้อเยื่อภายใน เช่น นัยน์ตา ตับ มดลูก มะเร็งในสมอง และทารกในครรภ์ ที่ใช้ในวงการแพทย์มีช่วงความถี่ ระหว่าง 1,000,000 - 4,000,000 Hz
5. ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค และทำความสะอาดเสื้อผ้า

### การหักเหของคลื่นเสียง

เมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันหรือแม้แต่ตัวกลางชนิดเดียวกันแต่มีอุณหภูมิต่างกัน จะมีผลให้อัตราเร็วของคลื่นเสียงเปลี่ยนไป เช่น ขณะที่พายุฝนฟ้าคะนอง ในบางครั้งปรากฏว่าเห็นฟ้าแลบ แต่ไม่ได้ยินเสียงเนื่องจากเสียงที่เกิดขึ้น เกิดการหักเหในชั้นบรรยากาศกลับไปหมด จึงไม่มีคลื่นเสียงส่งมายังหูเรา

อากาศที่อุณหภูมิสูง จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกันจะเกิดการหักเห และทิศทางของคลื่นเสียงจะเปลี่ยนไป

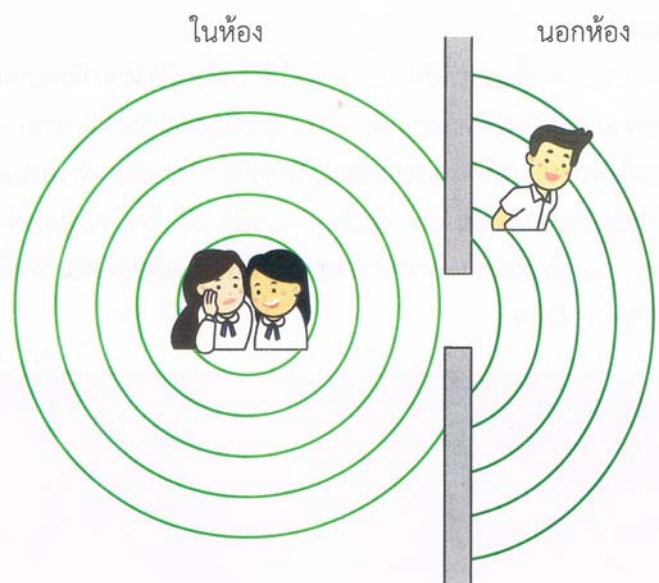
- คลื่นเสียงที่เคลื่อนที่จากความเร็วต่ำสู่ความเร็วสูง จะหักเหออกจากเส้นปกติ
- คลื่นเสียงที่เคลื่อนที่จากความเร็วสูงสู่ความเร็วต่ำ จะหักเหเข้าหาเส้นปกติ



รูป 12.1 การหักเหของเสียง

### การเลี้ยวเบนของเสียง

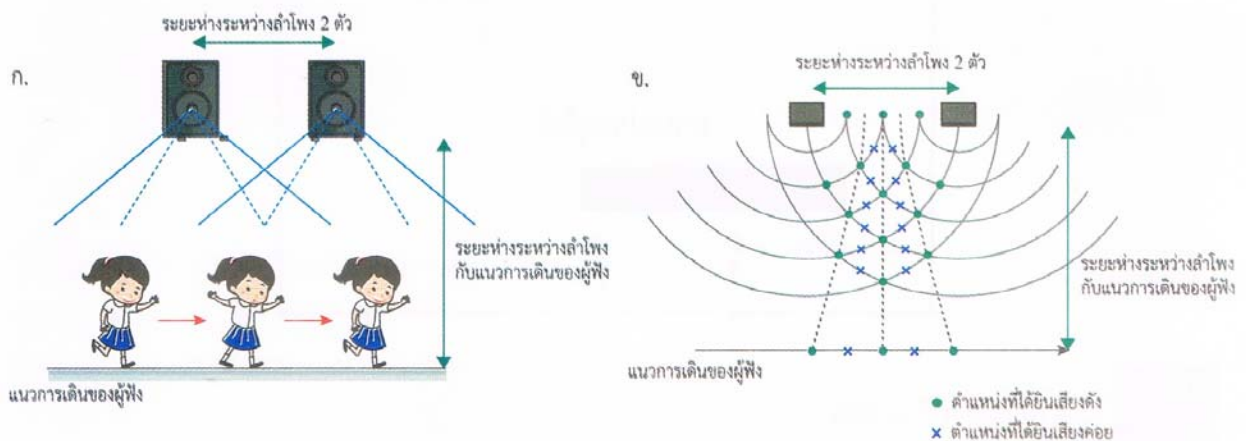
การได้ยินเสียงคนคุยกันในห้อง ทั้งที่ผู้ฟังอยู่นอกห้อง ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะเสียงเลี้ยวเบนออกมาด้านนอกของห้องผ่านทางช่องหน้าต่างหรือประตู ทำให้ผู้ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของผนังห้องได้ยินเสียงของคนที่พูดคุยกันอยู่ในห้องได้แม้จะมีผนังกั้นทางเดินของเสียงก็ตาม ดังรูป 12.2



รูป 12.2 การเลี้ยวเบนของเสียงออกนอกห้อง

### การแทรกสอดของเสียง

จากการสังเกตบริเวณที่มีการเปิดลำโพง 2 ตัว เมื่อไปยืนในตำแหน่งต่าง ๆ ในแนวที่ขนานกับแนวของลำโพงทั้งสองตัว ดังรูป 12.3 ก จะพบว่า บางตำแหน่งได้ยินเสียงไม่ชัดเจน และเมื่อเดินตามแนวเส้นตรงนั้นจะได้ยินเสียงชัดเจนบ้าง ไม่ชัดเจนบ้างสลับกันไป หากพิจารณาลำโพงทั้งสองเป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ดังรูป 12.3 ข จะเกิดการแทรกสอดของเสียง เกิดเสียงดัง-ค่อย ในลักษณะเดียวกันกับการเกิดปฏิบัพและบัพจากการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำหรือการเกิดแถบสว่าง-แถบมืด จากการแทรกสอดของแสงนั่นคือ เสียงมีการแทรกสอดเช่นเดียวกับคลื่นชนิดต่าง ๆ โดยตำแหน่งที่เกิดปฏิบัพจะได้ยินเสียงดัง และตำแหน่งที่เกิดบัพจะไม่ได้ยินเสียงหรือได้ยินเสียงค่อย



รูป 12.3 ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตามแนวเส้นตรงที่ขนานกับลำโพงทั้งสอง

### แบบฝึกหัด 12.1.3 พฤติกรรมของเสียง

- (O-NET49) ชาวประมงส่งคลื่นโซนาร์ไปยังฝูงปลา พบว่าช่วงเวลาที่คลื่นออกไปจากเครื่องส่งจนกลับมาถึงเครื่องเป็น 1.0 วินาทีพอดี จงหาว่าปลาอยู่ห่างจากเรือเท่าใด กำหนดให้อัตราเร็วของคลื่นในน้ำเป็น 1,540 เมตร/วินาที
  - 260 m
  - 520 m
  - 770 m
  - 1,540 m
- (O-NET50) ข้อใดต่อไปนี้เป็นวัตถุประสงค์ของการบุผนังของโรงงานภาพยนตร์ด้วยวัสดุกลืนเสียง
  - ลดความถี่ของเสียง
  - ลดความดังของเสียง
  - ลดการสะท้อนของเสียง
  - ลดการหักเหของเสียง
- (O-NET52) ข้อใดไม่ถูกต้อง
  - คั้งดาวอาศัยคลื่นเสียงในย่านอินฟราโซนิกในการบอกทิศทางและจับเหยื่อ
  - สุนัขสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ในย่านอัลตราโซนิกได้
  - เสียงที่มีความถี่ในย่านอินฟราโซนิกจะมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยิน
  - คลื่นเสียงในย่านอัลตราโซนิกสามารถใช้ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์

4. (O-NET52) เครื่องโซนาร์ในเรือประมงได้รับสัญญาณสะท้อนจากท้องทะเล หลังจากส่งสัญญาณลงไปเป็นเวลา 0.4 วินาที ถ้าอัตราเร็วเสียงในน้ำเป็น 1,500 เมตรต่อวินาที ทะเลมีความลึกเท่าเท่ากับข้อใด
1. 150 เมตร
  2. 300 เมตร
  3. 600 เมตร
  4. 900 เมตร
5. (O-NET53) วัสดุที่ใช้ในการบุผนังโรงภาพยนตร์มีผลในการลดปรากฏการณ์ใดของเสียง
1. การหักเห
  2. การสะท้อน
  3. การสั่นพ้อง
  4. คอพเพลอร์
6. (O-NET54) ห้องประชุมหรือโรงภาพยนตร์ มักบุเพดานห้องด้วยกระดาษชานอ้อย ติดผ้าม่านที่ผนังห้อง และบุพรมที่พื้น ทั้งนี้เพื่อช่วยลดเสียงที่เกิดจากคุณสมบัติข้อใด
1. การสะท้อนของเสียง
  2. การหักเหของเสียง
  3. การแทรกสอดของเสียง
  4. การเลี้ยวเบนของเสียง
7. ข้อใดเกี่ยวกับการหักเหของคลื่น (O-NET57)
1. ค้างคาวสามารถบินหลบสิ่งกีดขวางได้ในที่มืด
  2. การไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง แต่เห็นฟ้าแลบ
  3. การบุผนังห้องประชุมด้วยวัสดุดูดซับเสียง
  4. การตรวจจับเครื่องบินด้วยเรดาร์
  5. การได้ยินเสียงเพลงแม้หันลำโพงไปทางอื่น
8. สมบัติข้อใดที่ทำให้คลื่นแตกต่างไปจากวัตถุมวล (2 คำตอบ) (O-NET57)
1. การสะท้อน
  2. การหักเห
  3. การแทรกสอด
  4. การเลี้ยวเบน
  5. ความเร็ว
  6. ความเร่ง
9. กรวยโทรโข่งที่ทำจากกระดาษทำให้เราสามารถส่งเสียงไปได้ไกลขึ้นกรวยโทรโข่งกระดาษ ดังกล่าวได้ใช้ประโยชน์จากหลักการใดของคลื่นเสียง (O-Net 58)
1. การสะท้อน
  2. การหักเห
  3. การแทรกสอด
  4. การเลี้ยวเบน
  5. การเกิดบีตส์
10. ค้างคาวต้องใช้ความถี่คลื่นเสียงประมาณกี่กิโลเฮิรตซ์ จึงจะบินไม่ชนลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (O-Net 60)
1. 120
  2. 100
  3. 50
  4. 40
  5. 30
11. (มข.50) ชายคนหนึ่งยืนตะโกนเข้าไปใต้น้ำผา เขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาหลังจากตะโกนไป 1 วินาทีถ้าความเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที จงหาว่า น้ำผาอยู่ห่างจากชายคนนี้เป็นระยะทางเท่าไร
1. 35 เมตร
  2. 175 เมตร
  3. 350 เมตร
  4. 700 เมตร
12. กำหนดให้ อัตราเร็วเสียงในน้ำทะเลเป็น 1500 m/s และในอากาศปกติเป็น 300 m/s ส่งคลื่นเสียงที่มีความยาวคลื่นในอากาศเป็น 0.5 m ลงไปที่ผิวน้ำทะเลในแนวตั้งในชั่วเวลาสั้นๆ หลังจากนั้น 6 s ได้ยินเสียงสะท้อนกลับ จงหาความลึกของน้ำที่ตำแหน่งนั้น และความถี่ของคลื่นเสียงที่ใช้ (มข.56)
1. ทะเลลึก 4500 m เสียงมีความถี่ 600 Hz
  2. ทะเลลึก 9000 m เสียงมีความถี่ 600 Hz
  3. ทะเลลึก 4500 m เสียงมีความถี่ 3000 Hz
  4. ทะเลลึก 9000 m เสียงมีความถี่ 3000 Hz



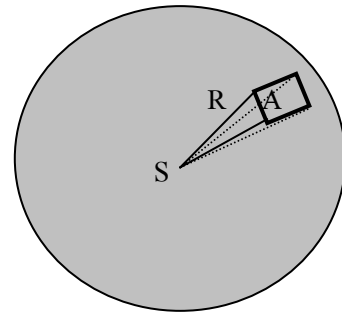
## 12.2 การได้ยินเสียง

การที่เราจะได้ยินเสียงนั้น นอกจากปัจจัยด้านความถี่ของเสียงที่หูของมนุษย์สามารถตอบสนองได้แล้ว พลังงานเสียงซึ่งเกี่ยวข้องกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียงก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการได้ยินเสียงเช่นกัน จะได้ศึกษาดังต่อไปนี้

### 12.2.1 ความเข้มเสียง

แหล่งกำเนิดที่มีช่วงกว้างของการสั่น (amplitude) กว้างมาก จะเกิดเสียงดังกว่าเสียงที่มี amplitude น้อย ในทางวิทยาศาสตร์ เรียกความดังของเสียงว่า *ความเข้มของเสียง* การวัดความเข้มของเสียงวัดได้จากพลังงานของเสียงที่ตกตั้งฉากบน 1 หน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{watt/m}^2$ ) และหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

- เมื่อ  $I$  แทน ความเข้มของเสียง ( $\text{watt/m}^2$ )  
 $P$  แทน กำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง (watt)  
 $R$  แทน ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดที่พิจารณา (m)  
 $A$  แทน พื้นที่ของเสียงที่ตกตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดเสียง ( $\text{m}^2$ )  
 $S$  แทน จุดกำเนิดคลื่นเสียงที่มีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม  
 $\therefore$  พื้นที่ ๆ เสียงตกตั้งฉากก็คือ พื้นที่ผิวทรงกลม ซึ่งมีพื้นที่  $= 4\pi R^2$



$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2} \dots\dots\dots(12.6)$$

$$\therefore I \propto \frac{1}{R^2}$$

ความเข้มเสียงสูงสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงดัง)  $1 \text{ watt/m}^2$

ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงเบา)  $10^{-12} \text{ watt/m}^2$

### 12.2.2 ระดับเสียงและความถี่ของเสียงกับการเริ่มได้ยิน

เมื่อหาอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงที่ดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้กับความเข้มเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยิน มีค่ามากถึง  $10^{12}$  ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ จึงนิยมใช้ **ระดับเสียง** เป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง แทน ความเข้มเสียง และเป็นเกียรติก่อเอกซานเดอร์ เกรแฮม เบล ระดับความเข้มของเสียงและมีหน่วยเรียกว่า เบล แต่เนื่องจากเบลเป็นหน่วยที่ใหญ่เกินไป ไม่สามารถบอกความละเอียดที่จะบอกค่าความดังของเสียงต่าง ๆ ได้ จึงแบ่งเป็นหน่วยย่อยลงไป เรียกว่า เดซิเบล (dB)

มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความดังที่ระดับความเสียงตั้งแต่ 0 – 120 เดซิเบล เสียงที่ดังมากเกินไปอาจทำให้หูหนวกได้ เช่น เสียงฟ้าผ่าใกล้ ๆ ตัว ที่มีค่าความดังเกิน 120 dB เป็นต้น เสียงที่มีความดังไม่มากแต่ได้ยินเป็นเวลานานหลายชั่วโมงก็อาจเป็นอันตรายได้ เช่น เสียงเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ( มลภาวะทางเสียง ) องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดว่าเสียงที่ปลอดภัยต้องมีความเข้มไม่เกิน 85 dB เมื่อต้องได้ยินติดต่อกันวันละ 8 ชั่วโมงขึ้นไป เสียงที่ดังไม่ถึงขั้นเป็นอันตรายกับหู แต่อาจมีผลกระทบทางด้านจิตใจได้ เช่น ทำให้เกิดความเครียด ไม่มีสมาธิ เป็นต้น

เราสามารถหาระดับเสียง ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \dots\dots\dots(12.7)$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับเสียงที่จุดพิจารณา ( dB , เดซิเบล )

$I$  แทน ความเข้มของเสียงขณะใดขณะหนึ่งที่จุดพิจารณา ( watt/m<sup>2</sup> )

$I_0$  แทน ความเข้มของเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน = 10<sup>-12</sup> watt/m<sup>2</sup>

ตาราง แสดงระดับความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง (dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เจ็บบนมาก
สำนักงานที่เจ็บบ	50	เจ็บบ
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป , ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง , เครื่องเจาะถนน	90	รับฟังบ่อย ๆ
แบบอัดลม	100	การได้ยินจะเสื่อมอย่างถาวร
เครื่องตัดหญ้า		
ดิสโก้เทค การแสดงดนตรีประเภทร็อก	120	ไม่สบายหู
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	
เครื่องบินไอพ่นกำลังขึ้นที่ระยะใกล้	150	เจ็บปวดในหู
จรวดขนาดใหญ่กำลังขึ้นที่ระยะใกล้	180	แก้วหูชำรุดทันที

**ข้อสังเกต**

1.  $I$  รวมกันตรง ๆ ได้ คือ  $I_{รวม} = I_1 + I_2 + I_3$
2.  $\beta$  รวมกันตรง ๆ ไม่ได้ คือ  $\beta_{รวม} \neq \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$

**12.2.3 ระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง**

ลักษณะของเสียงที่ได้อิน แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1. เสียงดัง - ค่อย ขึ้นอยู่กับอัมพลิจูดของเสียง ถ้าคลื่นเสียงอัมพลิจูดมากเสียงดังมาก ถ้าคลื่นเสียง

อัมพลิจูดน้อยเสียงดังค่อย

2. เสียงแหลม – ทุ้ม (หรือระดับเสียง) ขึ้นกับความถี่ของเสียง ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่สูงเสียงจะแหลม

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำเสียงจะทุ้ม ความถี่ต่ำสุด – ความถี่สูงสุดที่หูคนปกติได้ยินเท่ากับ 20 – 20,000 เฮิรตซ์

**คุณภาพของเสียง(Quality)** หมายถึงความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับจำนวนโอเวอร์โทนของเสียงถ้า

จำนวนโอเวอร์โทนมากเสียงจะนุ่มนวล ถ้าจำนวนโอเวอร์โทนน้อยความนุ่มนวลของเสียงจะน้อยลง

### เพิ่มเติม

1. ความถี่มูลฐาน (Fundamental) คือความถี่ต่ำสุดของคลื่นนิ่งในหลอดทดลอง ซึ่งจะทำให้คลื่นที่ได้มีความยาวคลื่นมากที่สุด
2. โอเวอร์โทน (Overtone) คือความถี่ของคลื่นนิ่งที่ถัดจากความถี่มูลฐาน กรณียของคลื่นนิ่งในหลอด Overtone มีค่าขึ้นกับจำนวน loop
3. ฮาร์โมนิก (Harmonic) คือตัวเลขที่บอกว่าคุณถี่นั้นเป็นกี่เท่าของความถี่มูลฐาน

#### ชื่อเรียกความถี่ต่างๆ

ค่าความถี่	ค่าฮาร์โมนิก	จำนวนฮาร์โมนิก
ตอนแรก $f_1$	ฮาร์โมนิกที่ 1	ความถี่มูลฐาน
$f_2 = 2f_1$	ฮาร์โมนิกที่ 2	โอเวอร์โทนที่ 1
$f_3 = 3f_1$	ฮาร์โมนิกที่ 3	โอเวอร์โทนที่ 2
$f_n = nf_1$	ฮาร์โมนิกที่ n	โอเวอร์โทนที่ n-1

#### 12.2.4 ผลภาวะของเสียงและการป้องกัน

เมื่อเราอยู่ใกล้บริเวณที่กำลังมีการตอกเสาเข็มหรือมีการขุดเจาะถนนด้วยเครื่องเจาะหรือบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ในบริเวณสนามบิน เสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณเหล่านี้ จะเป็นเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง ถ้าหูรับฟังเสียงเหล่านี้ติดต่อกันนาน ๆ จะทำให้สภาพหูและสภาพจิตใจของผู้ฟังผิดปกติ ดังนั้นผู้ที่ทำงานในบริเวณที่มีระดับความเข้มเสียงสูง จึงต้องมีจุกอุดหูหรือที่ครอบหูหรือวัสดุเก็บเสียงอื่นๆ เพื่อช่วยลดระดับความเข้มเสียงให้หูปลอดภัย

เนื่องจากเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง เป็นอันตรายต่อผู้ฟังที่อยู่ใกล้ กระทรวงมหาดไทยจึงได้ออกประกาศเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานในบริเวณที่มีเสียงดัง โดยมีเกณฑ์ ดังแสดงในตาราง

ตาราง ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเสียง

เวลาในการทำงานต่อวัน ( ชั่วโมง )	ระดับความเข้มเสียงที่คนทำงานได้รับอย่างต่อเนื่องต้องไม่เกิน (เดซิเบล)
น้อยกว่า 7	91
7 – 8	90
มากกว่า 8	80

เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และเสียงที่ทำความรำคาญแก่หูผู้ฟัง คือ **ผลภาวะของเสียง**

การปรับปรุงหรือแก้ไข แหล่งกำเนิดเสียงให้มีกำลังเสียงลดลง จะทำให้ระดับความเข้มของเสียงลดลงด้วย จึงจัดเป็นการลดผลภาวะของเสียงวิธีหนึ่ง ในกรณีที่เราไม่สามารถแก้ไขความดังของเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงได้ การป้องกันโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การใช้จุกอุดหู หรือที่ครอบหู หรือการติดตั้งวัสดุเก็บเสียง จะสามารถช่วยลดผลภาวะของเสียงได้

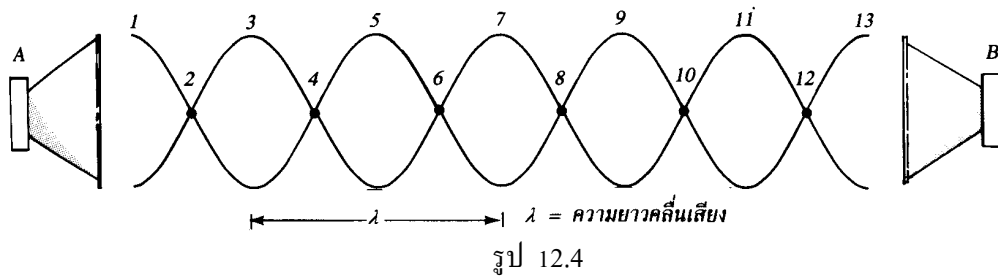
### แบบฝึกหัด 12.2 การได้ยินเสียง

1. ชายคนหนึ่งขณะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 3 เมตรจะได้ยินเสียงมีความเข้ม  $10^{-8} \text{ W/m}^2$  แหล่งกำเนิดเสียงมีกำลังเสียงกี่วัตต์ ( $36 \times 10^{-8} \pi$  วัตต์)
2. ความเข้มของเสียงที่น้อยที่สุดที่มนุษย์รับฟัง ได้มีค่า  $10^{-12}$  วัตต์ต่อตารางเมตร เสียงที่มีความเข้ม  $10^{-10}$  วัตต์ต่อตารางเมตรจะมีระดับความเข้มเสียงเป็นเท่าใด
3. แมลงตัวหนึ่งบินหนีไปในแนวเส้นตรงด้วยความเร็ว 0.1 m/s จากคนคนหนึ่งซึ่งยืนอยู่ในที่โล่งอยากทราบว่าคนนั้นจะได้ยินเสียงจากการบินของแมลงนานเท่าใด ถ้ากำหนดให้อัตราของพลังงานเสียงที่แมลงนั้นส่งออกมาเท่ากับ  $4\pi \times 10^{-12}$  วัตต์ เมื่อเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์สามารถได้ยินได้มีความเข้ม  $10^{-12}$  วัตต์/ตารางเมตร
4. สีไวโอลินหนึ่งตัวมีระดับความเข้มเสียง 10 เดซิเบล ถ้าจะให้ระดับความเข้มเสียง เป็น 30 เดซิเบล จะต้องสีไวโอลินพร้อมกันกี่ตัว
5. (O-NET49) เสียงผ่านหน้าต่างในแนวตั้งฉาก มีค่าความเข้มเสียงที่ผ่านหน้าต่างเฉลี่ย  $1.0 \times 10^{-4}$  วัตต์ต่อตารางเมตร หน้าต่างกว้าง 80 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร กำลังเสียงที่ผ่านหน้าต่างมีค่าเท่าใด  
 1.  $0.8 \times 10^{-4} \text{ W}$       2.  $1.2 \times 10^{-4} \text{ W}$       3.  $1.5 \times 10^{-4} \text{ W}$       4.  $8.0 \times 10^{-4} \text{ W}$
6. (มข.50) โรงงานแห่งหนึ่งเปิดเครื่องจักรเครื่องหนึ่ง และวัดระดับความเข้มเสียงที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรได้ 80 เดซิเบล ถ้าโรงงานนี้เปิดใช้เครื่องจักรทั้งหมดที่มีอยู่ 20 เครื่อง จะวัดระดับความเข้มเสียงได้เท่าไร (สมมติให้ความเข้มเสียงที่ออกมาจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีขนาดเท่ากันที่ตำแหน่งเครื่องวัด) (กำหนดให้  $\log 2 = 0.3$ )  
 1. 86 เดซิเบล      2. 93 เดซิเบล      3. 100 เดซิเบล      4. 160 เดซิเบล
7. (มข.51) ถ้าลำโพงเครื่องหนึ่งมีกำลังลดลงจากเดิม 10 % และผู้ฟังยืนห่างจากลำโพงเป็น 2 เท่าของระยะห่างเดิม จงหาว่าผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงลดลงกี่เดซิเบล กำหนดให้  $\log 2 = 0.3$      $\log 3 = 0.5$   
 1. 6.0      2. 4.0      3. 3.0      4. 2.0
8. (มข.51) เมื่อยิงปืน 1 นัด ทำให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 20 เดซิเบล ถ้าต้องการทำให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 40 เดซิเบล จะต้องยิงปืนพร้อมกันกี่กระบอก  
 1. 2      2. 10      3. 20      4. 100
9. (มข.52) ความเข้มเสียง  $18 \times 10^{-7}$  วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นระดับความเข้มเสียงกี่เดซิเบล (กำหนดให้  $\log 2 = 0.3010$  และ  $\log 3 = 0.4771$ )  
 1. 5.26      2. 50      3. 52.6      4. 62.6
10. (มข.53) เมื่อเรายืนห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงคงตัว 10 เมตร เราได้ยินเสียงด้วยระดับความเข้ม 50 เดซิเบล ถ้าเราเดินเข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงจนเหลือระยะห่าง 1 เมตร จะได้ยินเสียงดังกี่เดซิเบล  
 1. 52      2. 70      3. 500      4. 5000
11. (มข.54) แดงยืนห่างจากลำโพง 40 เมตรจะพอดีได้ยินเสียงจากลำโพง ถ้าเขาเดินเข้าไปยืนที่ตำแหน่งห่างจากลำโพง 10 เมตร จะได้ยินเสียงกี่วัตต์/ตารางเมตร  
 1.  $2 \times 10^{-12}$       2.  $4 \times 10^{-12}$       3.  $8 \times 10^{-12}$       4.  $16 \times 10^{-12}$

## 12.3 ปรัชการการณ์เกี่ยวกับเสียง

### 12.3.1 คลื่นนิ่ง (Standing Wave)

คลื่นนิ่ง คือ การแทรกสอดของคลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ซึ่งเคลื่อนที่เข้าหากันในตัวกลางเดียวกัน ทำให้เราเห็นตำแหน่งบัพ และปฏิบัพที่เกิดขึ้นมีตำแหน่งที่อยู่คงที่แน่นอน ไม่มีการย้ายตำแหน่ง จะเห็นว่าบางตำแหน่ง ไม่มีการสั่นเลย เราเรียกจุดนี้ว่าจุดบัพ (Node) และมีบางตำแหน่งที่สั่นได้มากที่สุดเราเรียกจุดนี้ว่าปฏิบัพ (Antinode) และเราเรียกบริเวณที่อยู่ระหว่างบัพ (Node) ว่า Loop



พิจารณารูป 12.4 สมมติลำโพง A และ B เปล่งเสียงซึ่งมีความถี่ ความยาวคลื่น แอมพลิจูด และเฟสตรงกันออกมาวิ่งสวนกัน

ตำแหน่งที่ 1,3,5,7,9,11,13 เรียกว่าปฏิบัพ ตำแหน่ง 2,4,6,8,10,12 เรียกว่าบัพ ถ้าเราฟังเสียงตรงตำแหน่งที่เป็นปฏิบัพของความดันเสียงจะดังมาก แต่ถ้าเราฟังเสียงตรงตำแหน่งที่เป็นบัพของความดันเสียงจะค่อยๆ

#### ลักษณะการเกิดคลื่นนิ่ง

1. จุดบัพที่อยู่ติดกันจะห่างกัน เท่ากับ  $\lambda/2$  เสมอ
2. จุดปฏิบัพที่อยู่ติดกันจะห่างกัน เท่ากับ  $\lambda/2$  เสมอ
3. จุดบัพและปฏิบัพที่ติดกันจะห่างกัน เท่ากับ  $\lambda/4$  เสมอ
4. แอมพลิจูดสูงสุดของจุดปฏิบัพจะเป็นสองเท่าของคลื่นย่อยทั้งสอง
5. คาบของคลื่นนิ่งจะเท่ากับคาบของคลื่นย่อยทั้งสอง

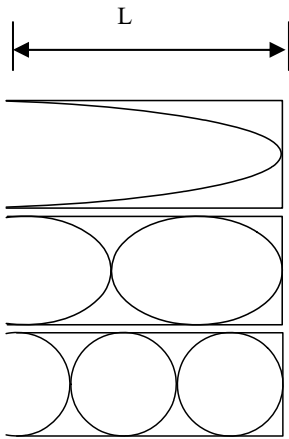
### 12.3.2 การสั่นพ้องของอากาศในท่อ

การสั่นพ้องของเสียง เกิดเมื่อความถี่ของเสียงตามธรรมชาติ เท่ากับความถี่ของเสียงที่ถูกทำให้เกิดขึ้น หรือความถี่ที่ถูกบังคับ หลักการนี้นำมาประดิษฐ์เครื่องดนตรีประเภทสาย เช่น ซอ กีตาร์ ไวโอลิน โดยมีกล่องเสียงช่วยให้เกิดการสั่นพ้องของเสียง

#### หลักของการสั่นพ้องของเสียง

1. ในท่อปลายปิดหนึ่งข้างไม่ว่าจะเกิดการสั่นพ้องครั้งที่เท่าไร ปากท่อจะต้องเป็นปฏิบัพและที่ก้นท่อจะต้องเป็นบัพเสมอ และเกิดคลื่นนิ่งในท่อ

### ปลายปิดด้านหนึ่ง



เกิดการสั่นครั้งแรกเรียก Fundamental หรือ 1<sup>st</sup> Harmonic

$$L = \frac{\lambda}{4}$$

เกิดการสั่นครั้งที่สอง เรียก 2<sup>nd</sup> Harmonic

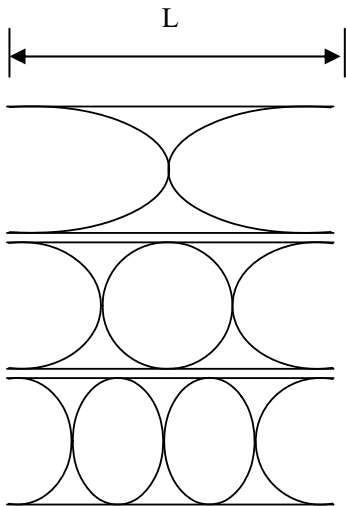
$$L = \frac{3\lambda}{4}$$

เกิดการสั่นครั้งที่สาม เรียก 3<sup>rd</sup> Harmonic

$$L = \frac{5\lambda}{4}$$

เขียนเป็นสูตรทั่ว ๆ ไป  $L = \frac{n\lambda}{4}$  เมื่อ  $n = 1, 3, 5, \dots$

### ปลายเปิดทั้งสองข้าง



เกิดการสั่นครั้งแรกเรียก Fundamental หรือ 1<sup>st</sup> Harmonic

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

เกิดการสั่นครั้งที่สอง เรียก 2<sup>nd</sup> Harmonic

$$L = \frac{2\lambda}{2} = \lambda$$

เกิดการสั่นครั้งที่สาม เรียก 3<sup>rd</sup> Harmonic

$$L = \frac{3\lambda}{2}$$

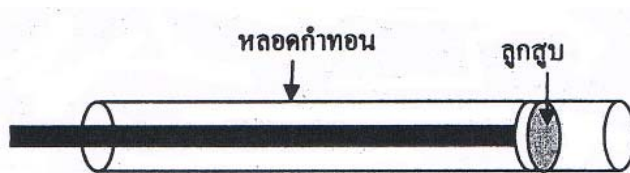
เขียนเป็นสูตรทั่ว ๆ ไป  $L = \frac{n\lambda}{2}$  เมื่อ  $n = 1, 2, 3, \dots$   
เมื่อ  $L =$  ความยาวของท่อ

### ประโยชน์ของการสั่นพ้อง

1. ใช้ในการตอกเสาเข็ม
2. ใช้ในการเข็นรถขึ้นจากหล่ม
3. ใช้ในการผลิตเครื่องดนตรีให้มีเสียงดังขึ้น เช่น กีตาร์ ไวโอลิน กลอง
4. ใช้ในการแข่งเรือ โดยการพายเป็นจังหวะพร้อมกัน

### แบบฝึกหัด 12.3.2 การสั่นพ้องของอากาศในท่อ

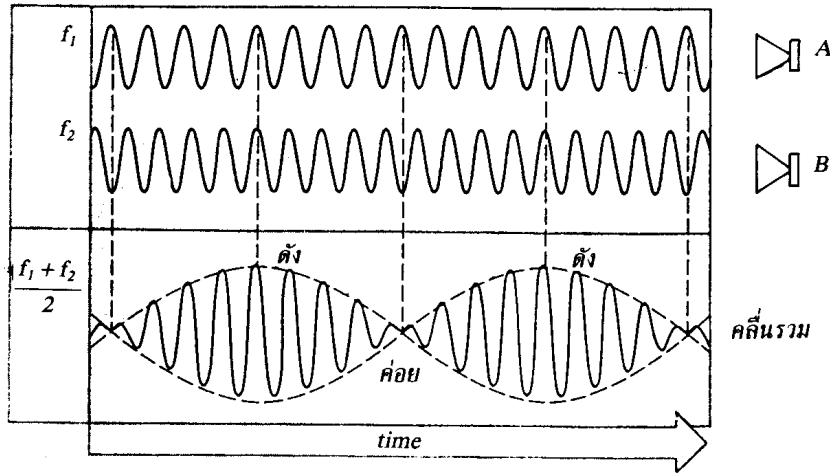
1. ขณะหนึ่งอุณหภูมิจึงเริ่มทำการทดลองการสั่นพ้องโดยใช้หลอดเรโซแนนซ์กับส้อมเสียง เมื่อปรับหลอดเรโซแนนซ์ให้ยาว 20 เซนติเมตร ส้อมเสียงจะต้องสั่นด้วยความถี่ต่ำสุดเท่าใดจึงจะเกิดการสั่นพ้องได้
2. ท่อปลายเปิดสองข้างยาว 80 เซนติเมตร เกิดการสั่นพ้องกับส้อมเสียงอันหนึ่งที่ทำให้ความถี่ต่ำสุดที่จะเกิดการสั่นพ้องได้ก็นำส้อมเสียงนี้ไปเกาะที่ปากท่อปลายเปิดข้างเดียวแล้วเกิดการสั่นพ้อง อยากรบว่าท่อตอนหลังนี้ ต้องยาวอย่างน้อยที่สุดเท่าไร
3. หลอดปลายเปิดสองข้างปลายหนึ่งจุ่มลงในน้ำให้อยู่ใต้ผิวน้ำส่วนหนึ่ง จดระดับน้ำหลอดให้ได้ยินเสียงดังที่สุด เมื่อนำส้อมเสียงซึ่งกำลังสั่นมาจ่อเหนือปากหลอด พบว่ามีสองตำแหน่งที่เสียงดังที่สุดตำแหน่งแรกหลอดจุ่มลงในน้ำ 10 เซนติเมตร และตำแหน่งที่สองหลอดจุ่มลงในน้ำ 35 เซนติเมตร
  - ก. จงหาความยาวคลื่นเสียงในอากาศ
  - ข. ในช่วงเวลาที่คลื่นเสียงสั่นครบ 1 รอบคลื่นในอากาศเคลื่อนที่ได้กี่เมตร
  - ค. ถ้าความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที ความถี่ส้อมเสียงเป็นเท่าไร
4. ขณะหนึ่งอุณหภูมิจึงเริ่มทำการทดลองการสั่นพ้องโดยใช้หลอด เรโซแนนซ์กับส้อมเสียง เมื่อปรับหลอดเรโซแนนซ์ให้ยาว 50 เซนติเมตร ส้อมเสียงจะต้องสั่นด้วยความถี่ต่ำสุดเท่าใดจึงจะเกิดการสั่นพ้องได้
5. จงเลือกหลอดเรโซแนนซ์อันที่สั้นที่สุด เพื่อจะใช้กับคลื่นที่มีความถี่ 700 เฮิรตซ์ แล้วเกิดกำทอนได้ 3 ครั้ง (กำหนดความเร็วเสียงเป็น 350 เมตรต่อวินาที)
6. ท่อทรงกระบอกปลายปิดข้างหนึ่งยาว 2.40 เมตร ถ้าเสียงมีอัตราเร็ว 343 เมตร ต่อวินาที เสียงจากท่อนี้จะมีความถี่ต่ำสุดเท่าใด (35.7 Hz)
7. เมื่อให้เสียงความถี่ 500 เฮิรตซ์ ผ่านเข้าไปในหลอดเรโซแนนซ์ ขณะอุณหภูมิกอากาศเป็น 20 องศาเซลเซียส จะเกิดการสั่นพ้องของอากาศ ถ้าอุณหภูมิกอากาศเป็น 30 องศาเซลเซียส คลื่นเสียงจะต้องมีความถี่เท่าใดจึงจะเกิดการสั่นพ้องของอากาศได้อีกครั้งหนึ่ง (508.7 Hz)
8. ในการทดลองการสั่นพ้องของอากาศขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรก ลูกสูบอยู่ห่างจากปากหลอดเรโซแนนซ์ 18 เซนติเมตร และเมื่อเกิดการสั่นพ้องครั้งถัดไปจะต้องดึงลูกสูบห่างจากปากหลอดเรโซแนนซ์กี่เซนติเมตร (54 cm)
9. (มข.53) ในการทดลองการสั่นพ้องของเสียง ขณะเกิดการสั่นพ้องของเสียงครั้งแรก ลูกสูบอยู่ห่างจากปากหลอดเรโซแนนซ์ 20 เซนติเมตร เมื่อเกิดการสั่นพ้องครั้งต่อไป ลูกสูบจะอยู่ห่างจากปากหลอดเท่าใด
  1. 30 เซนติเมตร
  2. 40 เซนติเมตร
  3. 60 เซนติเมตร
  4. 100 เซนติเมตร



10. ขณะอัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 320 m/s ถ้าเป่าขวดที่มีความลึก 0.2 m เสียงความถี่เท่าใดที่ไม่เกิดขึ้น (มข.56)
  1. 400 Hz
  2. 800 Hz
  3. 1200 Hz
  4. 2,000 Hz

### 12.3.3 บีต

จากรูป 12.5 คลื่นเสียงถูกแปลงออกมาจากลำโพง A และ B มีความถี่  $f_1$  และ  $f_2$  ตามลำดับ



รูป 12.5

ความถี่  $f_1$  และ  $f_2$  ต่างกันเล็กน้อย ปรากฏว่าเสียงจากลำโพง A และ B จะมาแทรกสอดกันทำให้เกิดคลื่นรวมมีลักษณะที่แอมพลิจูดเปลี่ยนแปลง บริเวณที่มีแอมพลิจูดสูงเสียงจะดัง บริเวณที่มีแอมพลิจูดต่ำเสียงจะค่อย บริเวณทั้งสองไม่อยู่หนึ่งกับที่ แต่จะเคลื่อนที่ไปทำให้เราได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า บีต (Beats)

สูตรคำนวณบีต (ความถี่บีต =  $f_b$ )

- $f_b = f_1 - f_2$  (เมื่อ  $f_1 > f_2$ ) หรือ  $f_2 - f_1$  (เมื่อ  $f_2 > f_1$ )
- ถ้าโจทย์ให้หาความถี่เฉลี่ย  $f_{เฉลี่ย} = \frac{f_1 + f_2}{2}$   $f_{เฉลี่ย}$  ต้องอยู่ในช่วง 20 – 20000 Hz จึงจะได้ยิน

#### ข้อควรจำ

จากการวิเคราะห์ปรากฏการณ์บีตพบว่า

- ปรากฏการณ์บีตจะสังเกตได้ชัดเจน เมื่อ  $\frac{f_1 + f_2}{2} \gg f_1 - f_2$  หรือ  $f_{เฉลี่ย} \gg f_b$

นั่นคือ ผลต่างของความถี่ของคลื่นสองขบวนต้องน้อยมากเมื่อเทียบกับความถี่ของคลื่นลัพธ์ หรือเทียบกับความถี่ของคลื่นแต่ละขบวนที่มารวมกัน

- ความถี่บีต ( $f_b$ ) ต้องไม่มากนัก ไม่ควรเกิน 7 Hz ถ้าสูงกว่านี้จะได้ยินการเกิดบีต

3. แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองขบวนต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน มิฉะนั้นเสียงดังและค่อยจะไม่แตกต่างกัน อาจฟังไม่ชัดเจนทำให้ไม่รู้สึกรู้ว่าได้ยินการเกิดบีต

#### ประโยชน์ของบีต

- ใช้วัดความถี่ของส้อมเสียง เมื่อทราบความถี่มาตรฐานและความถี่ของบีต
- ใช้เทียบเสียงของเครื่องดนตรี เช่น การเทียบเสียงของสายกีตาร์โดยมีเครื่องเทียบเสียง

มาตรฐานเปรียบเทียบไม่ว่าจะเป็นไวโอลิน หรือกีตาร์ ใช้หลักว่าเมื่อเสียงเท่ากันแล้วจะไม่เกิดบีต ถ้ายังเกิดบีตอยู่ แสดงว่าเสียงยังไม่เท่ากัน ต้องปรับจนเสียงทั้งสองไม่ทำให้เกิดบีต การเกิดบีตนั้นหูบางคนอาจจะไวรับเสียงได้ แต่บางคนก็รับไม่ได้



### แบบฝึกหัด 12.3.3 บิต

- ลำโพง 2 ตัว ส่งเสียงความถี่ 600 และ 605 Hz ออกมา ความถี่ของเสียงที่เราได้ยินและความถี่บีตเป็นเท่าไร
- ถ้าต้องการให้เกิดเสียงดังเป็นจังหวะๆ ต่างกันทุกครึ่งวินาที จะต้องเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 500 เฮิรตซ์ พร้อมกับส้อมเสียงที่มีความถี่เท่าไร
- เมื่อเคาะส้อมเสียงสองอันมีความถี่ 450 และ 456 เฮิรตซ์ จะทำให้เกิดจังหวะเสียงดังหรือเสียงค่อยใน 1 วินาที เท่ากับเท่าไร
- ถ้าต้องการให้เกิดเสียงดังเป็นจังหวะๆ ต่างกันทุก 0.1 วินาที จะต้องเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 500 เฮิรตซ์ พร้อมกับส้อมเสียงที่มีความถี่เท่าไร
- ไวโอลินสองตัวความถี่ 438 และ 440 เฮิรตซ์ ถ้าสีไวโอลินทั้งสองพร้อมกันจะเกิดปรากฏการณ์ใดของเสียง
- (O-NET51) ในการเปรียบเทียบเสียงกึ๋นต่ำกับหลอดเทียบเสียงมาตรฐาน เมื่อดีดสายกึ๋นต่ำพร้อมกับหลอดเทียบเสียงเกิดบีตขึ้นที่ความถี่หนึ่ง แต่เมื่อนำให้สายตึงขึ้นเล็กน้อยความถี่ของบีตสูงขึ้น ความถี่ของเสียงกึ๋นต่ำเดิมเป็นอย่างไร

1. สูงกว่าเสียงมาตรฐาน

2. ต่ำกว่าเสียงมาตรฐาน

3. เท่ากับเสียงมาตรฐาน

4. อาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าเสียงมาตรฐานก็ได้

7. (O-NET52) สมบัติตามข้อใดของคลื่นเสียงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดบีต

1. การสะท้อน

2. การหักเห

3. การเลี้ยวเบน

4. การแทรกสอด

8. (มข.53) คลื่นเสียงชุด A มีความถี่ 210 เฮิรตซ์เคลื่อนที่รวมกับคลื่นเสียงชุด B ซึ่งมีเสียงทุ้มกว่า ปรากฏว่าเกิดบีตด้วยความถี่ 4 บีตต่อวินาที คลื่นเสียงชุด B มีความถี่กี่เฮิรตซ์

1. 206

2. 208

3. 212

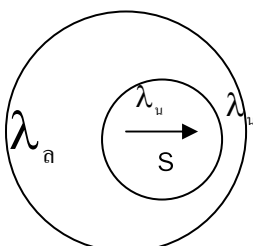
4. 214

### 12.3.4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect)

**ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect)** คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนระดับเสียงหรือความถี่ของเสียงอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ฟัง ลักษณะการเกิดปรากฏการณ์มีดังนี้

- เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้ฟัง หรือผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียง คลื่นจากแหล่งกำเนิดเสียงจะอัดกระชั้นมากขึ้น ความถี่มากทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงสูงขึ้น
- เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ออกจากผู้ฟังหรือผู้ฟังเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียง คลื่นเสียงจะกระจายกว้างออกกว่าเดิม ความถี่ลดลง ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงต่ำลง

**กรณีที่ 1 แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ ผู้สังเกตหยุดนิ่ง**



$$\text{จาก } v = f\lambda$$

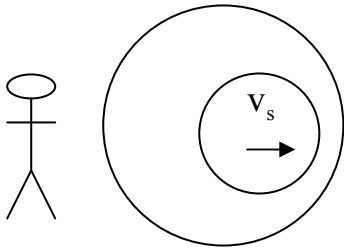
$$\text{จะได้ว่า } \lambda = \frac{v \pm v_s}{f_s}$$

$$\lambda_o = \frac{v - v_s}{f_s}$$

$$\lambda_n = \frac{v + v_s}{f_s}$$

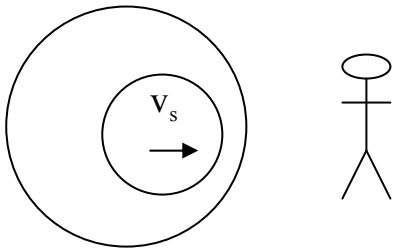
### ความถี่เสียงที่ผู้สังเกตได้ยิน

กรณี แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต



จาก  $\lambda_a = \frac{v + v_s}{f_s}$   
 และ  $f_0 = \frac{v}{\lambda_a}$   
 จะได้  $f_0 = f_s \left[ \frac{v}{v + v_s} \right]$

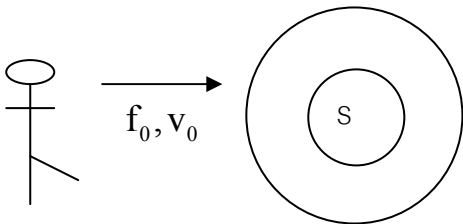
กรณี แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต



$\lambda_u = \frac{v - v_s}{f_s}$   
 $f_0 = \frac{v}{\lambda_u}$   
 $f_0 = f_s \left[ \frac{v}{v - v_s} \right]$

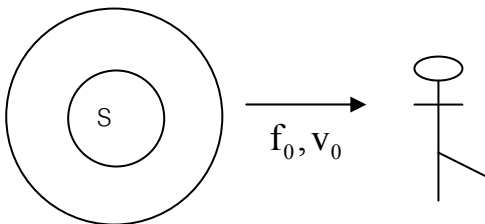
### กรณีที่ 2 แหล่งกำเนิดเสียงหยุดนิ่ง ผู้สังเกตเคลื่อนที่

กรณี ผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียง



จาก  $v = f\lambda$   
 $\lambda = \frac{v}{f_s}$   
 จะได้  $f_0 = f_s \left[ \frac{v + v_0}{v} \right]$

กรณี ผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียง



จาก  $v = f\lambda$   
 $\lambda = \frac{v}{f_s}$   
 จะได้  $f_0 = f_s \left[ \frac{v - v_0}{v} \right]$

### กรณีที่ 3 แหล่งกำเนิดและผู้สังเกตต่างเคลื่อนที่ เป็นการนำเอา 2 กรณีแรกมาผสมกัน

โดยเมื่อพิจารณาทั้ง 3 กรณี สามารถสรุปเป็นสมการที่ใช้คำนวณหาความถี่เสียงที่ผู้ฟังได้รับ ดังนี้

$$f_0 = f_s \left[ \frac{v \pm v_0}{v \pm v_s} \right]$$

เมื่อ  $f_0$  แทน ความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยิน (Hz)       $f_s$  แทน ความถี่ของแหล่งกำเนิด (Hz)

$v$  แทน ความเร็วเสียงในอากาศ (m/s)

$v_0$  แทน ความเร็วของผู้สังเกต (m/s)

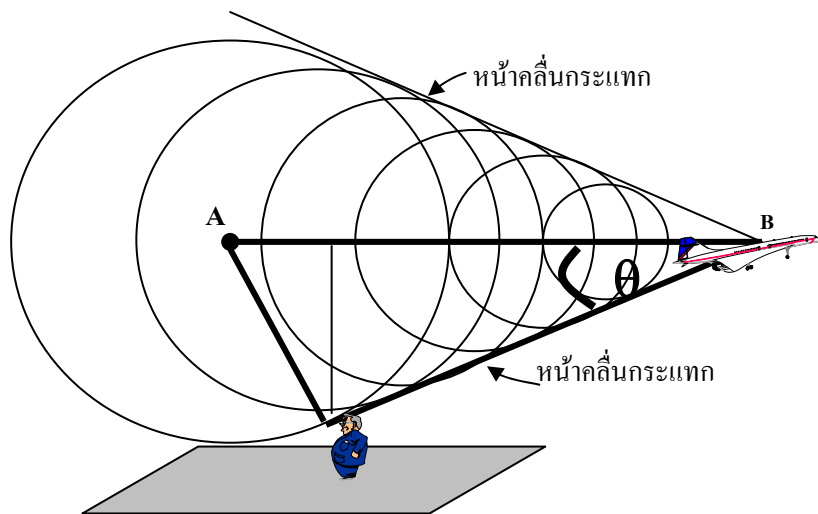
$v_0$  เป็น + ถ้าวิ่งเข้าหาแหล่งกำเนิด  $v_0$  เป็น - ถ้าวิ่งออกจากแหล่งกำเนิด

$v_s$  แทน ความเร็วของแหล่งกำเนิดเสียง (m/s)

$v_s$  เป็น + ถ้าผู้ฟังอยู่หลังแหล่งกำเนิด  $v_s$  เป็น - ถ้าผู้ฟังอยู่หน้าแหล่งกำเนิด

### คลื่นกระแทก ( Shock Wave )

คือ ปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตที่หยุดนิ่งได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ( Source ) มีความเร็วกว่าความเร็วของเสียง แสดงลักษณะของคลื่นได้ดังรูป



จากรูป แหล่งกำเนิดเสียง ( Source ) เคลื่อนจาก A  $\rightarrow$  B ใช้เวลา t คลื่นเสียง เคลื่อนจาก A  $\rightarrow$  C ใช้เวลา t อันเดียวกัน

$$\text{จะได้} \quad \sin\theta = \frac{AC}{AB} = \frac{AC/t}{AB/t} = \frac{v}{v_s} \quad \text{ดังนั้น} \quad \sin\theta = \frac{v}{v_s}$$

เมื่อ  $v$  แทน ความเร็วคลื่นเสียง,  $v_s$  แทน ความเร็วของแหล่งกำเนิด,  $\theta$  แทน ครึ่งหนึ่งของมุมที่ปลายกรวย  
 Mach number คือเลขที่ให้ทราบความเร็วของแหล่งกำเนิดเสียงเป็นกี่เท่าของความเร็วคลื่นเสียง  
 $L$  แทน ระยะห่างจากคนไปยังเครื่องบิน  $h$  แทน ความสูงตามแนวดิ่งจากคนไปยังเครื่องบิน  
 หาค่า Mach number ได้จาก อัตราส่วนระหว่าง อัตราเร็วของแหล่งกำเนิดกับอัตราเร็วเสียง

$$\text{Mach number} = \frac{v_s}{v} = \frac{1}{\sin\theta} = \frac{L}{h}$$

### ข้อสังเกต

1. ถ้าเลขมัค (Mach Number)  $< 1$  แสดงว่า  $v_s < v$  Subsonic
2. ถ้าเลขมัค (Mach Number) = 1 แสดงว่า  $v_s = v$  หน้าคลื่นตอนหน้าแหล่งกำเนิดคลื่นจะซ้อนกัน

เรียกว่า Critical Sonic

3. ถ้าเลขมัค (Mach Number)  $> 1$  แสดงว่า  $v_s > v$  ทำให้เกิดหน้าคลื่นกระแทก เรียกว่า Shock Wave

ตัวอย่าง ขั้วรถคันหนึ่งด้วยความเร็ว 25 m/s เปิดแตรส่งเสียงด้วยความถี่ 300 Hz ขณะนั้นความเร็วของเสียง 340 m/s จงหา ก. ความยาวคลื่นด้านหน้า ข. ความยาวคลื่นด้านหลัง

ก. วิธีทำ จาก 
$$\lambda_u = \frac{v - v_s}{f_s}$$
$$\lambda_u = \frac{340 - 25}{300}$$
$$\lambda_u = \frac{315}{300} = 1.05 \text{ เมตร}$$

ข. วิธีทำ จาก 
$$\lambda_a = \frac{v + v_s}{f_s}$$
$$\lambda_a = \frac{340 + 25}{300}$$
$$\lambda_a = \frac{365}{300} = 1.22 \text{ เมตร}$$

#### แบบฝึกหัด 12.3.4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

- ขั้วรถคันหนึ่งด้วยความเร็ว 25 m/s เปิดแตรส่งเสียงด้วยความถี่ 300 Hz ขณะนั้นความเร็วของเสียง 340 m/s จงหา ก. ความยาวคลื่นด้านหน้า ข. ความยาวคลื่นด้านหลัง
- รถยนต์คันหนึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 25 m/s เปิดแตรด้วยความถี่ 200 Hz ออกมา ผู้สังเกตบนอยู่บนรถอีกคันหนึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 10 m/s จะได้ยินเสียงแตรด้วยความถี่เท่าใด ( $v_s = 340$  m/s) เมื่อ
  - ผู้สังเกตนำหน้ารถเปิดแตร
  - แล่นสวนทางกัน
  - ผู้สังเกตเคลื่อนที่ตามรถเปิดแตร
  - แล่นไปคนละทิศทาง
- รถไฟขบวนหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 30 m/s ในอากาศหนึ่ง ความถี่หูจุกรถไฟมีค่าเท่ากับ 600 Hz ถ้าเสียงในอากาศมีความเร็ว 330 m/s จงหา
  - ความยาวคลื่นเสียงเมื่อผู้สังเกตอยู่บนนำรถไฟ
  - ความยาวคลื่นเสียงเมื่อผู้สังเกตอยู่บนหลังรถไฟ
  - ความถี่ของเสียงที่ผู้สังเกตได้ยินขณะอยู่นิ่งเมื่ออยู่บนนำรถไฟ
  - ความถี่ของเสียงที่ผู้สังเกตได้ยินขณะอยู่นิ่งเมื่ออยู่บนหลังรถไฟ
- รถยนต์คันหนึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 40 m/s เปิดแตรด้วยความถี่ 100 Hz ออกมา ผู้สังเกตบนอยู่บนรถอีกคันหนึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 10 m/s จะได้ยินเสียงแตรด้วยความถี่เท่าใด ( $v_s = 340$  m/s) เมื่อ
  - ผู้สังเกตนำหน้ารถเปิดแตร
  - แล่นสวนทางกัน
  - ผู้สังเกตเคลื่อนที่ตามรถเปิดแตร
  - แล่นไปคนละทิศทาง
- เครื่องบินมีความเร็ว 2.5 มัค จะมีอัตราเร็วเท่ากับเท่าไร ถ้าอัตราเร็วเสียงเท่ากับ 340 เมตร/วินาที
- ถ้าต้องการให้เครื่องบินมีอัตราเร็วเป็นสองเท่าของอัตราเร็วเสียง หน้าคลื่นกระแทกที่เกิดจากเครื่องบินลำนี้จะต้องทำมุมกันกี่องศา
- (มข.50) ชายคนหนึ่งยืนรอรับเพื่อนที่สถานีรถไฟ ขณะที่รถไฟกำลังแล่นเข้าสถานีด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ได้เปิดหวูดออกมาด้วยความถี่ 1000 เฮิร์ตซ์ อยากทราบว่าชายผู้นี้จะได้ยินเสียงความถี่อย่างไร
  - น้อยกว่า 1000 เฮิร์ตซ์
  - มากกว่า 1000 เฮิร์ตซ์
  - เท่ากับ 1000 เฮิร์ตซ์
  - ข้อมูลไม่เพียงพอ

## 12.4 การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

จากการศึกษาธรรมชาติและสมบัติของเสียง เราได้นำความรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

### 12.4.1 ด้านสถาปัตยกรรม

การออกแบบอาคาร ห้องประชุมต่างๆ มักต้องคำนึงเกี่ยวกับเสียงสะท้อนกลับ ว่าต้องการให้มีหรือไม่มี หรือต้องการใช้มีมากน้อยเพียงใด

- ถ้าต้องการให้มีมากก็ต้องออกแบบผนังห้อง เพดาน ให้เกิดเสียงสะท้อนกลับมาเสริมกัน
- ถ้าลดเสียงสะท้อนกลับ ต้องออกแบบให้เกิดเสียงสะท้อนกลับมาหักล้างกันและใช้วัสดุดูดกลืนเสียง ผนังห้องและเพดาน

### 12.4.2 ด้านการประมง

- เรือประมงใช้เครื่องโซนาร์ (SONAR = Sound Navigation and Ranging ) หาตำแหน่งของฝูงปลา
  - SONAR จะใช้คลื่นเหนือเสียงที่มีความถี่ในช่วง 20 –100 กิโลเฮิรตซ์
  - การทำงานของ SONAR จะส่งคลื่นเหนือเสียงออกไปเป็นจังหวะเมื่อกระทบฝูงปลาจะสะท้อนกลับมายังเรือ และสัญญาณเสียงถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าผ่านเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ ซึ่งจะบอกช่วงห่างของเวลาระหว่างสัญญาณเสียงที่ส่งออกไปกับสัญญาณเสียงที่สะท้อนกลับ และแปลงช่วงเวลาเป็นระยะห่างของวัตถุที่สะท้อน โดยจะแสดงผลออกมาทางจอภาพ
  - ใช้คลื่นเหนือเสียงสื่อสารระหว่างเรือด้วยกัน

### 12.4.3 ด้านการแพทย์

- แพทย์ได้นำคลื่นเหนือเสียงมาใช้ในการตรวจอวัยวะภายในของคนเราเพื่อวินิจฉัยสาเหตุของความผิดปกติ เช่น การตรวจการทำงานของลิ้นหัวใจ ตรวจจมนกดู ตรวจครรภ์ ตรวจเนื้องอก ตับ ม้าม และสมอง
  - คลื่นเหนือเสียงสามารถสะท้อนที่รอยต่อระหว่างชั้นของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้ดีกว่ารังสีเอกซ์มาก
  - คลื่นเหนือเสียงที่ใช้ในวงการแพทย์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานคลื่นเหนือเสียงด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความถี่ในช่วง 1- 10 MHz

### 12.4.4 ด้านธรณีวิทยา

การสำรวจธรณีฟิสิกส์เป็นขั้นตอนการสำรวจโดยการศึกษาความแตกต่าง และคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นหิน เช่น การวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก การวัดค่าแรงดึงดูดของโลก การวัดความไหวสะเทือน ทั้งนี้เพื่อนำมาศึกษาและแปลความหมายประกอบการสำรวจธรณีวิทยา

การสำรวจน้ำมัน โดยการระเบิดบางจุดบนพื้นดิน แรงระเบิดจะสั่นสะเทือนไปทุกทิศทุกทาง เมื่อถึงชั้นหินก็จะสะท้อนกลับและมีเครื่องมือวัดแรงสะท้อน ซึ่งบอกเวลาและแรงสั่นสะเทือนออกมาในกระดาษ จากข้อมูลพอจะบอกลักษณะของแอ่งน้ำมัน

### 12.4.5 ด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม

- คลื่นเหนือเสียงยังสามารถนำไปใช้ตรวจรอยร้าวในวัตถุที่ทึบ ๆ เช่น รอยร้าวในท่อก๊าซหรือรอยร้าวบนรางรถไฟ
  - หลักการทำงาน ส่งคลื่น Ultrasonic ออกไปแล้วรับคลื่นสะท้อนกลับ แต่เปลี่ยนคลื่นสะท้อนกลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากส่วนปกติกับส่วนที่เป็นรอยร้าวจะมีความแตกต่างกัน