

บทที่ 12 เสียง

อัตราเร็วเสียง เราหา อัตราเร็วเสียงได้จาก $V = \frac{S}{t}$ $V = f\lambda$

เมื่อ $v =$ อัตราเร็ว (m/s) $s =$ ระยะทางที่เสียงเคลื่อนที่ได้ (m)

$t =$ เวลา (s) $f =$ ความถี่เสียง (Hz)

$\lambda =$ ความยาวคลื่น (m)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วเสียง**1. ความหนาแน่นของตัวกลาง**

อัตราเร็วในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะมีค่ามากกว่าในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าตารางแสดงอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25°C

ตัวกลาง	อัตราเร็ว (m/s)
อากาศ	346
น้ำ	1,498
น้ำทะเล	1,531
เหล็ก	5,200

2. อุณหภูมิ

อัตราเร็วเสียง จะแปรผันตรงกับรากที่ 2 ของอุณหภูมิเคลวิน เพราะอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้โมเลกุล มีพลังงานจลน์มากขึ้น การอัดตัวและขยายตัวเร็ว ทำให้เสียงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น จึงได้ว่า $v \propto \sqrt{T}$

และสำหรับในอากาศนั้น เราสามารถหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิต่างๆ ได้

อัตราเร็วของเสียงในอากาศ

เสียงสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งในของแข็ง, ของเหลว และแก๊ส โดยทั่วไปจะสามารถเคลื่อนที่ได้ดีในของแข็งของเหลว และแก๊ส ตามลำดับ ดังตารางแสดงอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางต่างๆข้างบน

อัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นอุณหภูมิของอากาศ มีสูตรคำนวณเป็น

$$v_t = 331 + 0.6 \cdot t$$

เมื่อ v_t คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศ ขณะอุณหภูมิ t °C (m/s)

t คือ อุณหภูมิของอากาศในหน่วยเซลเซียส (°C)

1. จงหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิ 25°C

(346 m/s)

วิธีทำ $v = 331 + 0.6t = 331 + 0.6(25) = 346\text{m/s}$

2. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 Hz วางไว้ในอากาศที่อุณหภูมิ 25° C

อยากทราบว่าคลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้จะมีควมยาวคลื่นเท่าไร (0.5 ม)

วิธีทำ $v = 331 + 0.6t = 331 + 0.6(25) = 346\text{m/s}$

$$v = f\lambda \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{346}{692} = 0.5\text{m}$$

3. คลื่นเสียงความถี่ 170 เฮิรตซ์ มีอัตราเร็วในอากาศ 340 เมตร/วินาที จงหาระยะห่างระหว่างส่วนอัดกับส่วนขยายที่อยู่ใกล้กันที่สุด

วิธีทำ $v = f\lambda$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2$$

ส่วนอัดถึงส่วนขยายคือ $\frac{\lambda}{2} = \frac{2}{2} = 1\text{m}$

4. เรือลำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในทะเลได้ส่งคลื่นสัญญาณเสียงลงไปใต้น้ำทะเล และได้รับสัญญาณเสียงนั้นกลับมากในเวลา 0.6 วินาที เมื่ออัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลมีค่า 1500 เมตร/วินาที ทะเล ณ บริเวณนี้ลึกเท่าไร (450 เมตร)

วิธีทำ $S = \frac{vt}{2} = \frac{1500 \times 0.6}{2} = 450\text{m}$

5. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ระหว่างผา 2 แห่ง แล้ววิ่งปืนออกไป เข้าได้ยินเสียงครั้งแรก ครั้งที่สอง และสามเมื่อเวลาผ่านไป 2 และ 3 วินาที นับจากเริ่มยิง จงหาระยะห่าง ระหว่างหน้าผาทั้งสอง ถ้าความเร็วเสียงในอากาศเป็น 340 เมตร/วินาที (850 เมตร)

วิธีทำ $S = \frac{vt}{2} = \frac{340 \times 5}{2} = 850\text{m}$

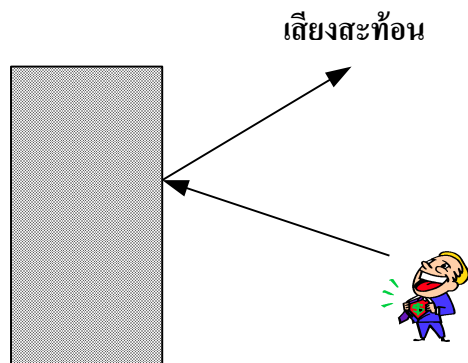
6. ถ้าอัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะหนึ่งเท่ากับ 340 เมตร/วินาที เสียงแตรรถยนต์มีความถี่ 68 เฮิรตซ์ ก่อนที่รถยนต์จะออกจากซอยคนขับรถบีบแตรรถยนต์เพื่อให้สัญญาณทำให้คนซึ่งยืนอยู่บนทางเท้า ณ มุมตึกปากซอยได้ยินเสียงสัญญาณแตรได้ชัดเจนประมาณขนาดความกว้างของซอย (5 เมตร)

วิธีทำ $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{68} = 5\text{m}$

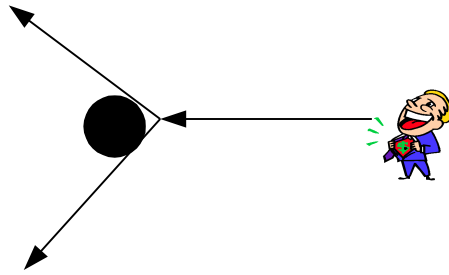
ตอนที่ 2 ธรรมชาติของคลื่นเสียง

2.1 การสะท้อนของเสียง

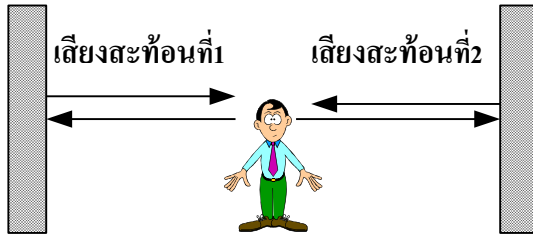
เมื่อเสียงไปตกกระทบวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นเสียง เสียงจะสะท้อนออกจากวัตถุนั้นได้



1) หากวัตถุมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นเสียงเมื่อเสียงตกกระทบ จะเลี้ยวอ้อมไปทางอื่น ไม่สะท้อนออกมา



2) หากมีเสียงสะท้อนจากหลายแหล่ง มาถึงผู้ฟังในช่วงเวลาที่ต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที จะทำให้ได้ยินเสียงสะท้อนหลายเสียงเรียกว่าเกิด เสียงก้อง



7. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 ก.ค. 2552]

การพูดผ่านกรวยกระดาษไปยังผู้ฟังที่อยู่ไกลออกไปจะทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่ชัดเจน ลักษณะดังกล่าวอธิบายได้ด้วยสมบัติข้อใดของคลื่นเสียง

1. การหักเห
2. การสะท้อน
3. การแทรกสอด
4. การเลี้ยวเบน

เฉลย 2

เมื่อพูดผ่านกรวยกระดาษหรือลำโพง กรวยกระดาษจะช่วยสะท้อนเสียงให้ไปในทิศทางเดียว ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงชัดเจน

8(En 36) คัดขนาดของผลไม้ในขณะที่กำลังไหลผ่านตามรางน้ำโดยอาศัยการสะท้อนของเสียงจากเครื่องโซนาร์ โดยต้องการแยกผลไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่า และเล็กกว่า 7.5 เซนติเมตร ออกจากกัน จงหาความถี่ที่เหมาะสมของคลื่นจากโซนาร์ (ความเร็วเสียงในน้ำ = 1500 m/s)

1. 1 kHz
 2. 2 kHz
 3. 10 kHz
 4. 20 kHz
- (ข้อ 4)

วิธีทำ $v = f\lambda$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1500}{7.5 \times 10^{-2}} = 20\text{kHz}$$

9. เรือดำน้ำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในทะเลได้ส่งคลื่นสัญญาณเสียงลงไปใต้น้ำทะเล และได้รับสัญญาณเสียงนั้นกลับมากลางเวลา 0.6 วินาที เมื่ออัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลมีค่า 1500 m/s ทะเล ณ บริเวณนี้ลึกเท่าไร (450 เมตร)

วิธีทำ $S = \frac{vt}{2} = \frac{1500 \times 0.6}{2} = 450\text{m}$

10. ชายคนหนึ่งตะโกนเสียงมีความถี่ 1,000 ครั้ง/วินาที ออกไปยังหน้าผาซึ่งอยู่ห่างออกไป 300 เมตร ปรากฏว่าเขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับหลังจากตะโกนแล้ว 4 วินาที จงหา ก) ความเร็วเสียง (150 m/s)

วิธีทำ $v = \frac{2S}{t} = \frac{2 \times 300}{4} = 150\text{m/s}$

ข) ความยาวคลื่นเสียง (0.150 เมตร)

วิธีทำ $v = f\lambda \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{150}{1000} = 0.15\text{m}$

11. ถ้าเห็นฟ้าแลบและได้ยินเสียงฟ้าร้องในเวลา 3 วินาที ต่อมา จงหาตำแหน่งที่ฟ้าแลบอยู่ไกลเท่าไร เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 เมตร/วินาที (1020 ม)

$$S = vt = 340 \times 3 = 1020\text{m}$$

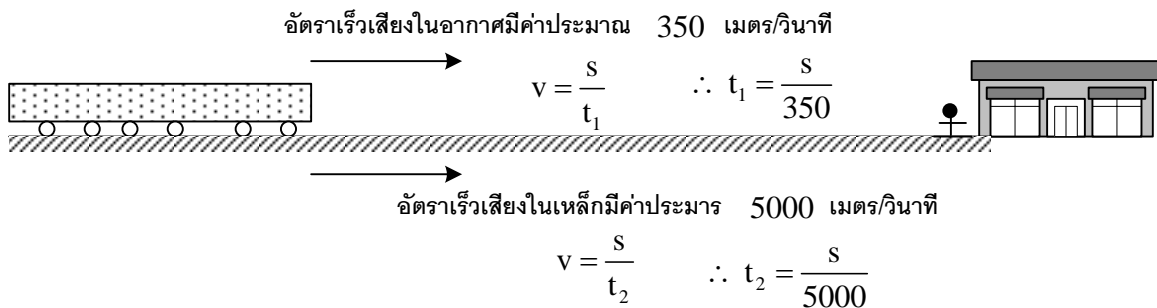
12. เสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศบริเวณหนึ่งมีอัตราเร็ว 342 เมตร/วินาที เมื่อผ่านไปยังอีกบริเวณหนึ่ง อัตราเร็วเปลี่ยนเป็น 348 เมตร/วินาที จงหาว่าบริเวณทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกันกี่องศา

$$\Delta t = \frac{10}{6}(v_2 - v_1) = \frac{10}{6}(348 - 342) = 10^0$$

13. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 ต.ค. 2554]

รถไฟขบวนหนึ่งเริ่มเคลื่อนที่บนรางตรงเข้าสู่ชานชาลา พร้อมกับเปิดหวูดรถไฟ ขณะเดียวกันเสียงเสียดสีระหว่างล้อเหล็กกับรางเหล็กก็ถูกส่งผ่านรางเหล็กมาด้วยอัตราเร็วที่สูงกว่าเสียงหวูดรถไฟ ที่อุณหภูมิปกติ อัตราเร็วเสียงในเหล็กมีค่าประมาณ 5,000 เมตร/วินาที และอัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าประมาณ 350 เมตร/วินาที ถ้าเรายืนอยู่ที่ชานชาลาและได้ยินเสียงหวูดรถไฟหลังจากที่ได้ยินเสียงจากรางเหล็กแล้ว 2 วินาที ขณะเปิดหวูด รถไฟขบวนดังกล่าวอยู่ห่างจากชานชาลาเป็นระยะทางกี่เมตร

1. 750 2. 753 3. 1,022 4. 2,325



$$\begin{aligned} \therefore t_1 - t_2 &= \frac{s}{350} - \frac{s}{5000} \\ 2 &= \frac{s}{350} - \frac{s}{5000} \\ 2 &= \frac{5000s - 350s}{350 \times 5000} \\ s &= \frac{2 \times 350 \times 5000}{4650} = 752.68 \approx 753\text{m} \end{aligned}$$

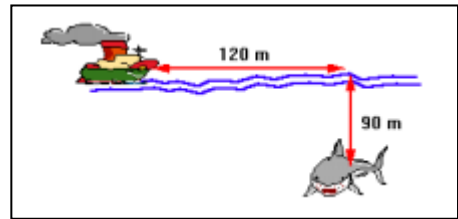
14. เมื่อเคาะท่อเหล็กยาว 1 ครั้งที่อยู่ข้างหนึ่ง ปรากฏว่าผู้ฟังซึ่งอยู่ที่ปลายอีกข้างหนึ่งของท่อเหล็กจะได้ยินเสียงเคาะ 2 ครั้ง หลังจากเคาะแล้วเป็นเวลา 0.2 วินาที และ 3 วินาที ตามลำดับ ถ้าขณะเคาะท่อเหล็ก อากาศมีอุณหภูมิ 25° C จงหาความยาวของท่อเหล็กและอัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็กขณะนั้น (1038 เมตร , 5190 m/s)

วิธีทำ $v = 331 + 0.6t = 331 + 0.6(25) = 346\text{m/s}$

$$S = vt = 340 \times 3 = 1020\text{m}$$

$$v = \frac{S}{t} = \frac{1038}{0.2} = 5190\text{m/s}$$

15(En 37) เรือหาปลาหนึ่งหาฝูงปลาด้วยโซนาร์ส่งคลื่นของเสียง ความถี่สูงลงไปใต้น้ำ ทะเลถ้าฝูงปลาอยู่ห่างจากเครื่องกำเนิดคลื่นไปทางหัวเรือเป็นระยะทาง 120 เมตร และอยู่ลึก



จากผิวน้ำเป็นระยะ 90 เมตร หลังจากส่งคลื่นคลจจากโซนาร์ไปเป็นเวลาเท่าใด จึงจะได้รับคลื่นที่สะท้อนกลับมา กำหนด ความเร็วเสียงใต้น้ำทะเล = 1500 m/s

1. 0.1 s 2. 0.2 s 3. 0.3 s 4. 0.4 s (ข้อ 2)

วิธีทำ $S = \frac{vt}{2}$ $t = \frac{2S}{v} = \frac{2 \times 150}{1500} = 0.2$ วินาที

16. ชายคนหนึ่งอยู่หน้ากำแพงตะโกลนเสียงเข้าหากำแพง ถ้าเขาต้องการให้เกิดเสียงก้องเขาต้องอยู่ห่างจากกำแพงอย่างน้อยเท่าใด (ให้เสียงมีอัตราเร็วในอากาศ 340 เมตร/วินาที) (17 ม)

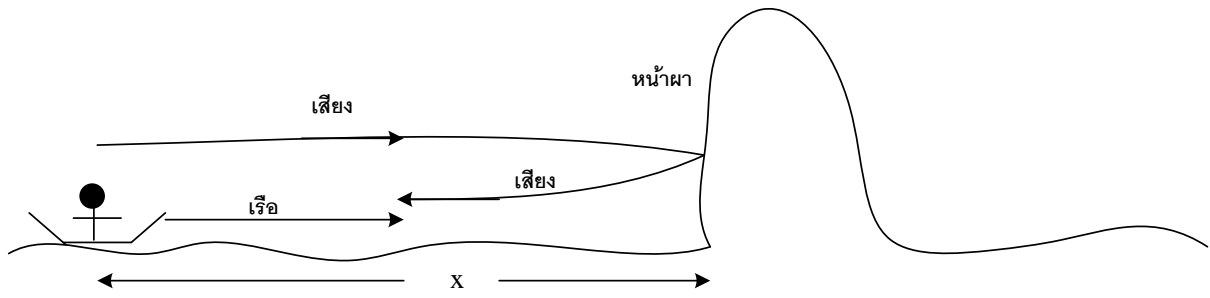
วิธีทำ $S = \frac{vt}{2} = \frac{340 \left(\frac{1}{10} \right)}{2} = \frac{340}{20} = 17\text{m}$

17. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 ก.ค. 2553]

เรือลำหนึ่งเคลื่อนที่เข้าหน้าผาด้วยความเร็วคงตัว 20 เมตรต่อวินาที เมื่ออยู่ห่างจากหน้าผาระยะหนึ่งกับตันปิดหวูด 1 ครั้ง และได้ยินเสียงสะท้อนกลับของเสียงหวูดเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที ขณะที่เปิดหวูดเรืออยู่ห่างจากหน้าผากี่เมตร กำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที

1. 360 ✓ 2. 540
3. 680 4. 960

สมมติตอนเปิดหวูด, เรือห่างหน้าผา x เมตร



หา $S_{\text{เรือ}}$ ใน 2 วินาที

$$S_{\text{เรือ}} = vt$$

$$= 20 \times 2 = 40 \text{ เมตร}$$

เสียงไปได้ระยะทาง $\therefore x + (x - 40) = 680$

$$2x = 720 \text{ เมตร}$$

หา $S_{\text{เสียง}}$ ใน 2 วินาที

$$x = \frac{720}{2} = 360 \text{ เมตร}$$

$$S_{\text{เสียง}} = vt$$

$$= 340 \times 2$$

$$= 680 \text{ เมตร}$$

18. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 มี.ค. 2554]

นักเรียนคนหนึ่งยืนอยู่ห่างจากกำแพง 102 เมตร ร้องตะโกนออกไปและได้ยินเสียงตะโกนของตนเองในเวลา 0.6 วินาที หลังจากตะโกน ถ้าความยาวคลื่นเสียงเป็น 0.5 เมตร ความถี่ของเสียงที่ได้ยินเป็นกี่เฮิรตซ์

1. 85

2. 122

3. 170

4. 680

จาก $v = \frac{s}{t} = \frac{102}{0.3} = 340 \text{ m/s}$

คิดเวลาเฉพาะขาไปครีบได้ 0.3 วินาที

และ $v = f\lambda$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.5} = 680$$

เฉลยข้อ 4.

การหักเหของเสียง (Refraction)

การหักเหของเสียงเกิดขึ้นได้เนื่องจากการที่เสียงเดินทางเปลี่ยนตัวกลางที่มีคุณสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกัน เช่นเสียงอาจจะเดินทางเปลี่ยนตัวกลางจากบริเวณอากาศที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น ลักษณะเช่นนี้จะทำให้เสียงเกิดการเปลี่ยนทิศทางการเดินทางได้

ข้อสังเกต เกี่ยวกับการหักเหของคลื่นเสียง

1. ถ้าเสียงเดินทางจากบริเวณอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณอากาศที่มีอุณหภูมิสูง เสียงจะมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น (เสียงจะเบนออกจากเส้นตั้งฉาก)
2. ถ้าเสียงเดินทางจากบริเวณอากาศที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ เสียงจะมีอัตราเร็วลดลง (เสียงจะเบนเข้าหาเส้นตั้งฉาก)

เรื่องการหักเหเสียงในอากาศ ข้อสอบมักจะออกดังนี้

1. กรณีเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง

กรณีนี้เป็นปรากฏการณ์ของเสียง ที่เกิดเนื่องจากการหักเหเสียงในเนื้ออากาศและเกิดการสะท้อนกลับหมดของเสียงในเนื้ออากาศ ก่อนที่เสียงฟ้าร้องจะไปถึงผู้ฟัง การหักเหของเสียงในเนื้ออากาศ เกิดขึ้นได้เนื่องจากอากาศมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยอากาศบริเวณชั้นบนเป็นอากาศเย็น ส่วนอากาศบริเวณชั้นล่างใกล้ผู้ฟังเป็นอากาศร้อน ทำให้เสียงมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น ขณะที่เดินทางจากก้อนเมฆ มายังผู้ฟัง ทิศทางเดินของเสียงจะเบนออกจากเส้นตั้งฉากระหว่างผิวรอยต่อของแนวชั้นเนื้ออากาศ จนในที่สุดเสียงเกิดการสะท้อนกลับหมดไม่ถึงผู้สังเกต

2. กรณีได้ยินเสียงฟ้าร้องหลังจากที่เห็นฟ้าแลบ

เมื่อเกิดฟ้าแลบ อิเล็กตรอนในก้อนเมฆจะเกิดการเคลื่อนที่แนวทางที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปจะเกิดความร้อนมาก เกิดแสง และเกิดสุญญากาศขึ้น จากนั้นอากาศจะตบตัวเข้า ทำให้เกิดเสียงฟ้าร้อง เราจะเห็นฟ้าแลบในทันทีที่เกิดปรากฏการณ์นี้ เนื่องจากแสงเคลื่อนที่เร็วกว่าเสียงมากๆ หลังจากนั้นเสียงจึงจะเดินทางมาถึงผู้ฟังสมมติว่าเสียงเดินทางเกือบเป็นเส้นตรง จากก้อนเมฆมายังผู้ฟัง จะได้ว่าช่วงเวลาที่เสียงใช้ในการเดินทางจากก้อนเมฆมาถึงผู้ฟังมีสูตรคำนวณเป็น $S = v \cdot t$ โจทย์ลักษณะนี้ เขาจะบอกว่าเสียงมีอัตราเร็วคงที่หรือบอกว่าอากาศมีคุณสมบัติที่ทำให้เสียงมีอัตราเร็วคงที่ จากก้อนเมฆมาถึงผู้ฟัง จะได้สูตรคำนวณเป็น

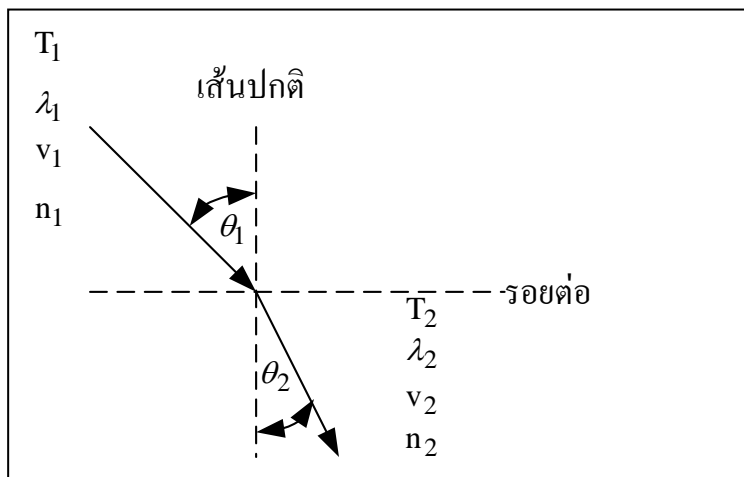
$$S = v \cdot t$$

เมื่อ v คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศ (m/s)

s คือ ระยะทางระหว่างก้อนเมฆกับผู้ฟังเสียงฟ้าร้อง (m)

t คือ ช่วงเวลาที่เสียงเดินทางระหว่างก้อนเมฆกับผู้ฟังเสียงฟ้าร้อง (s)

การหักเหของเสียง



กฎของสเนลจะได้ว่า

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

เมื่อ θ_1 และ θ_2 คือ มุมในตัวกลางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

V_1 และ V_2 คือ ความเร็วคลื่นในตัวกลางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

λ_1 และ λ_2 คือ ความยาวคลื่นในตัวกลางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

T_1 และ T_2 คือ อุณหภูมิ (เคลวิน) ในตัวกลางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$n_{1 \rightarrow 2} = \frac{n_2}{n_1}$ คือ ค่าคงที่ เรียกชื่อว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1

19. อากาศบริเวณที่หนึ่ง มีอุณหภูมิ 27°C บริเวณสอง มีอุณหภูมิ 21°C เมื่อเสียงผ่านจากบริเวณที่หนึ่งไปสอง

ก. ดัชนีหักเหของตัวกลางบริเวณที่สอง เมื่อเทียบกับตัวกลางบริเวณที่หนึ่ง เป็นเท่าใด (1.01)

วิธีทำ
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

ข. ถ้าในตัวกลางสอง เสียงมีอัตราเร็ว 342 m/s ในตัวกลางแรก เสียงจะมีอัตราเร็วเท่าใด (345.4 m/s)

วิธีทำ
$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

20. เสียงระเบิดใต้น้ำ หักเหขึ้นสู่อากาศโดยมีมุมตกกระทบ 30° จงหามุมหักเหที่ออกสู่อากาศ ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศและในน้ำเป็น 350 และ 1400 เมตร/วินาที ตามลำดับ ($\sin^{-1} 0.125$)

วิธีทำ
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_2} = \frac{1400}{350}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1400}{\sin \theta_2 \cdot 350}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{350}{2 \times 1400} = 0.125$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}(0.125)$$

21. เสียงเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 27° C ไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิเท่าใด จึงทำให้ความยาวคลื่นเป็น $\frac{3}{2}$ เท่าของความยาวคลื่นเดิม (402° C)

วิธีทำ
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

การเลี้ยวเบนของเสียง (Refraction)

การเลี้ยวเบนของเสียงเกิดขึ้นเนื่องจากมีสิ่งมากีดขวางทางเดินของเสียง โดยการเลี้ยวเบนจะเป็นไปตามหลักการเลี้ยวเบนของคลื่นทุกประการ คือ

1. ความถี่เสียงคงที่
2. ความยาวคลื่นเสียงคงที่
3. อัตราเร็วเสียงคงที่
4. ความเร็วเสียงเปลี่ยนแปลง เนื่องจากทิศการแผ่ของคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลง
5. แอมพลิจูดของคลื่นเสียง (ความดังของเสียง) บริเวณที่เกิดการเลี้ยวเบน น้อยกว่าบริเวณอื่น

22. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 มี.ค. 2552]

เมื่อเสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่หนึ่งผ่านตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดของเสียงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

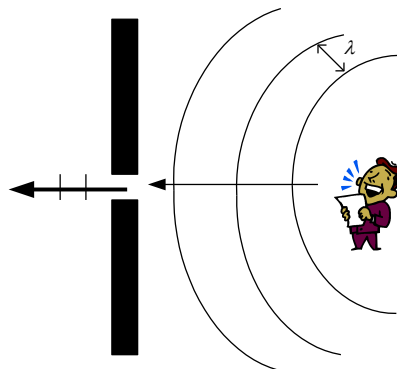
1. ความถี่ 2. ความยาวคลื่น 3. อัตราเร็วคลื่น 4. ไม่มีปริมาณใดที่ไม่เปลี่ยนแปลง

เฉลย 1 ความถี่

เมื่อคลื่นเสียง เดินทางผ่านจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วและความยาวคลื่นโดยความถี่ไม่เปลี่ยนแปลง

การเลี้ยวเบนของเสียง

การเลี้ยวเบนจะเกิดได้ดี เมื่อช่องแคบมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นหรือความยาวคลื่นต้องใหญ่กว่า ช่องแคบนั่นเอง



การแทรกสอดเสียง

23. ถ้าอัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะหนึ่งเท่ากับ 340 เมตร/วินาที เสียงแทรกสอดกันที่มีความถี่ 170 เฮิรตซ์ ก่อนที่รถยนต์จะออกจากซอยคนขับรถบีบแตรรถยนต์เพื่อให้สัญญาณทำให้คนที่ยืนอยู่บนทางเท้า ณ มุมตีปีกปากซอยได้ยินเสียงสัญญาณแตรได้ชัดเจนจงประมาณขนาดความกว้างของซอย (2 ม.)

วิธีทำ
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2\text{m}$$

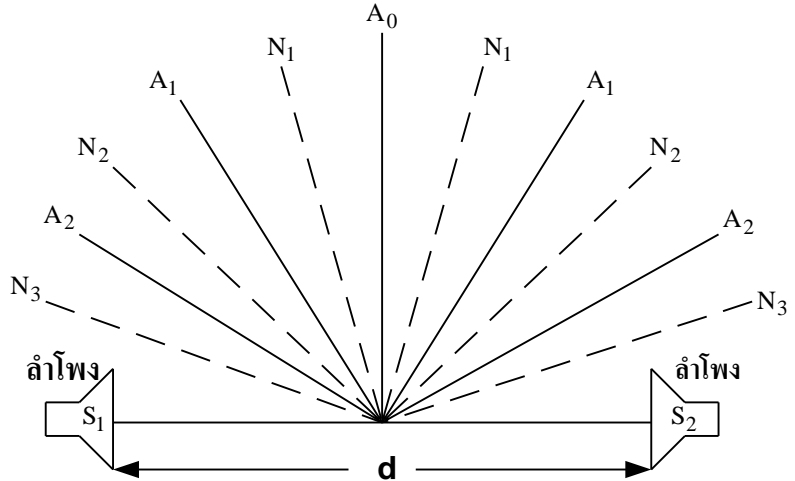
24. คลื่นเสียงหนึ่งผ่านเข้าทางช่องหน้าต่างกว้าง 0.8 เมตร และสูง 1.2 เมตร ในแนวตั้งจาก ผู้ฟังที่อยู่ข้างหน้าต่างจะได้ยินเสียงชัดเจน ถ้าขณะนั้นอุณหภูมิของอากาศ 38°C จงหาความถี่ของเสียงนี้ (กำหนดให้เกิดการเลี้ยวเบนในแนวราบ) (442.5 Hz)

วิธีทำ หาอัตราเร็วจากสูตร
$$v = 331 + 0.6t$$

หาความถี่จากสูตร
$$f = \frac{v}{\lambda} =$$

การแทรกสอดของเสียง

ในแนวเสริม หรือ แนวปฏิบัติ คลื่นเสียงมีการเสริมกัน จึงมีเสียงดังกว่าปกติ
 ในแนวหักล้าง หรือ แนวบัพ คลื่นเสียงมีการหักล้างกัน จึงมีเสียงเบากว่าปกติ



สูตรคำนวณสำหรับหรับแนวปฏิบัติลำดับที่ n (A_n)

เมื่อ P คือ จุดซึ่งอยู่บนแนวปฏิบัติลำดับที่ n (A_n)

$$|S_1P - S_2P| = n\lambda$$

$$d \sin \theta = n\lambda \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots$$

S_1P คือ ระยะจาก S_1 ถึง P

λ คือ ความยาวคลื่น (m)

S_2P คือ ระยะจาก S_2 ถึง P

n คือ ลำดับที่ของปฏิบัตินั้น 0, 1, 2, 3 ...

d คือ ระยะห่างจาก S_1 ถึง S_2

θ คือ มุมที่วัดจาก A_0 ถึง A_n

สูตรคำนวณสำหรับแนวรัศมีลำดับที่ n (N_n)

$$|S_1P - S_2P| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n \text{ คือ ลำดับที่ของแนวรัศมีนั้น}$$

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

25. คลื่นชนิดหนึ่ง เมื่อเกิดการแทรกสอด จะเกิดแนวตั้ง

รูปจงหา

ก. คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด (2 m)

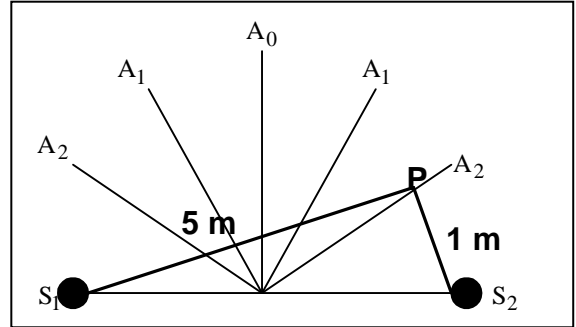
$$S_1P - S_2P = n\lambda$$

$$5 - 1 = 2\lambda$$

$$\lambda = 2\text{m}$$

ข. ถ้าคลื่นนี้มีความถี่ 50 Hz จะมีความเร็วเท่าใด (100 m/s)

วิธีทำ $v = f\lambda = 50 \times 2 = 100\text{m/s}$



26. คลื่นชนิดหนึ่งเมื่อเกิดการแทรกสอดแนวปฏิบัติที่ 2 เอียงทำมุมจากแนวกลาง 30°

หากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน 4 เมตร

ก. ความยาวคลื่นนี้มีค่าเท่าใด (1 m)

จากสูตร $d \sin \theta = n\lambda$

$$4 \sin 30^\circ = 2\lambda$$

$$4\left(\frac{1}{2}\right) = 2\lambda$$

$$\lambda = 1\text{m}$$

ข. หากคลื่นนี้มีความเร็ว 300 m/s จะมีความถี่เท่าใด (300 Hz)

วิธีทำ $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{300}{1} = 300\text{Hz}$

27. จากรูปเป็นภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ S_1 และ S_2 โดยมี P เป็นจุด

ใดๆ บนแนวเส้น

บัพ $S_1P = 12$ เซนติเมตร $S_2P = 2$ เซนติเมตร ถ้าอัตราเร็วของคลื่นทั้งสอง

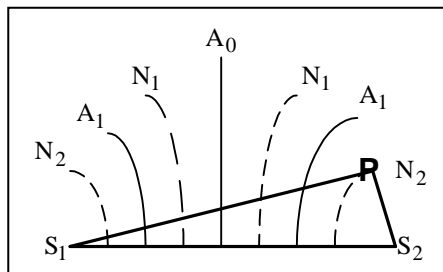
$$S_1P - S_2P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$12 - 2 = \left(2 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$12 = \left(\frac{3}{2}\right)\lambda$$

$$\lambda = 8\text{cm}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{50}{8} = 7.5\text{Hz}$$



28. S_1 และ S_2 เป็นลำโพง 2 ตัว วางห่างกัน 3 เมตร ให้คลื่นขนาดเดียวกันและมีเฟสตรงกัน ถ้า P เป็นตำแหน่งเสียงดังครั้งที่สอง ห่างจากแนวกลางในทิศทำมุม 30° คลื่นที่แผ่มีความยาวกี่เมตร

- ก. 0.5 ข. 0.75 ค. 0.9 ง. 1.2 (ข้อ ข)

วิธีทำ $d \sin \theta = n\lambda$

$$3 \sin 30^\circ = 2\lambda$$

$$3\left(\frac{1}{2}\right) = 2\lambda$$

$$\lambda = 0.75\text{m}$$

29. A และ B เป็นลำโพง 2 ตัววางห่างกัน 2 เมตร ในที่โล่ง P เป็นผู้ฟังห่างจาก A 4 เมตร และห่างจาก B 3 เมตร เสียงความถี่ต่ำสุดที่คลื่นหักล้างกันทำให้ได้ยินเสียงเบาที่สุดเป็นเท่าไร (กำหนด ความเร็วเสียง = 340 m/s) (ข้อ 4)

1. 270 Hz 2. 230 Hz 3. 190 Hz 4. 170 Hz

วิธีทำ $S_1P - S_2P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$

$$4 - 3 = \left(1 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\lambda = 2\text{m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{2} = 170\text{Hz}$$

30(En 41) จากรูปเป็นท่อซึ่งตรงกลางมีทางแยกเป็นส่วนโค้งรูปครึ่งวงกลมรัศมี r เท่ากับ 14 เซนติเมตร ถ้าอัตราเร็วของเสียงในท่อเท่ากับ 344 เมตรต่อวินาที ให้คลื่นเสียงเข้าไปในท่อทางด้าน S ความถี่ของเสียงที่ทำให้ผู้ฟังที่ปลายด้าน D ได้ยินเสียงค่อยที่สุดมีค่าเท่าใด

1. 287 Hz 2. 574 Hz 3. 718 Hz 4. 1075 Hz (ข้อ 4)

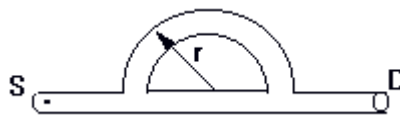
$$S_1P - S_2P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\pi - 2r = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\left(\frac{22}{7}\right)14 - 2(14) = \left(1 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\lambda = 32\text{cm}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{344}{0.32} = 1075\text{Hz}$$



31. ลำโพงสองตัวหันไปทางเดียวกัน ให้คลื่นความถี่ 680 เฮิรตซ์และเฟสตรงกัน A เป็นจุดๆ หนึ่งอยู่หน้าลำโพงทั้งสอง ห่างจากลำโพงเป็นระยะ 10 เมตรและ 13 เมตร ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 m/s อยากรทราบว่ามีจุด A อยู่บนแนวรัศมีหรือปฏิบัติที่เท่าใด

(ปฏิบัติที่ 6) $S_1P - S_2P = n\lambda$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{680} = 0.5\text{m}$$

$$13 - 10 = n(0.5)$$

$$n = 6$$

32. S_1 และ S_2 เป็นลำโพงสองตัว วางห่างกัน 3 เมตร ในที่โล่ง P เป็นผู้ฟังอยู่ห่างจาก S_1 5 เมตร และห่างจาก S_2 4 เมตร เสียงความถี่ต่ำสุดที่หักล้างกันทำให้ P ได้ยินเสียงเบาที่สุดจะเป็นเท่าใด ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 340 เมตร/วินาที (170 Hz)

$$S_1P - S_2P = (n - 0.5)\lambda$$

$$5 - 4 = (n - 0.5)\lambda$$

$$1 = 0.5\lambda$$

$$\lambda = 2\text{m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{2} = 170\text{Hz}$$

33. ลำโพงเสียงอันหนึ่งหันหน้าเข้าหากำแพงห่างจากกำแพงระยะหนึ่งให้สัญญาณเสียงซึ่งมีความถี่ 340 เฮิรตซ์ ชายคนหนึ่งอยู่ระหว่างกำแพงกับลำโพงเมื่อออกเดินเข้าหากำแพงอย่างช้าๆ พบว่าจะได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไป จงหาระยะห่างของเสียงดังที่อยู่ใกล้ที่สุด เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 340 เมตร/วินาที (0.5 เมตร)

$$S_1P - S_2P = (n - 0.5)\lambda$$

$$S_1P - S_2P = (n - 0.5)\frac{v}{f}$$

$$S_1P - S_2P = (1 - 0.5)\frac{340}{340}$$

$$S_1P - S_2P = 0.5$$

ความเข้มเสียง

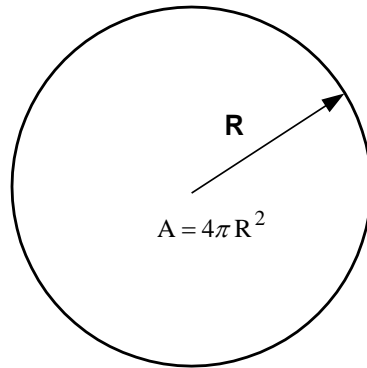
ความเข้มเสียง คือ พลังงานเสียงที่ตกกระทบต่อพื้นที่ตั้งฉาก 1 ตารางหน่วย (ซึ่งเป็นพื้นที่ที่รับพลังงานเสียง) ในเวลา 1 วินาที เป็นปริมาณสเกลาร์ ใช้สัญลักษณ์ I แทน มีหน่วยเป็น $\text{J/m}^2 \cdot \text{s}$ หรือ Watt/m^2 ในที่นี้เราพิจารณาได้จากคลื่นเสียง 3 มิติ

เสียงที่ออกมาจากจุดกำเนิดจะมีลักษณะแผ่ออกเป็นทรงกลมคล้ายลูกบอล กว้างออกไปเรื่อย ๆ ความเข้มเสียง (I) คือ อัตราส่วนของกำลังเสียง ต่อ พื้นที่ที่เสียงกระจายออกไป

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

เมื่อ I = ความเข้มเสียง (วัตต์/ตารางเมตร) A = พื้นที่ (ตารางเมตร)

P = กำลังเสียง (วัตต์) R = รัศมีวงกลม (เมตร)



ควรทราบ

1. ความเข้มเสียงมากที่สุดที่หูคนเราทนฟังได้ 1 w/m^2
2. ความเข้มเสียงน้อยที่สุดที่คนเราได้ยินคือ 10^{-12} w/m^2 เราใช้สัญลักษณ์ I_0
3. ถ้าเรานำความเข้มที่จุดใด ๆ หารด้วย I_0 ผลที่ได้เรียกว่า ความเข้มสัมพัทธ์

$$\text{ดังนั้น ความเข้มสัมพัทธ์} = \frac{I}{I_0}$$

หมายเหตุ

1. ความเข้มเสียงต่อสูงที่หูมนุษย์สามารถได้ยินคือ $I_0 = 10^{-12} \text{ Watt/m}^2$
2. ความเข้มเสียงสูงสุดที่หูมนุษย์สามารถทนฟังได้คือ $I_{\text{max}} = 1 \text{ Watt/m}^2$

34. หลอดไฟมีกำลังเสียง 20 วัตต์ จงหาความเข้มเสียงที่จุดห่างจากหลอด 150 เมตร

วิธีทำ

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{20}{4(3.14)(150)^2} = 7.07 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

35(มข 39) สมมติยุงตัวหนึ่งๆ โดยเฉลี่ยแล้วเวลาบินทำให้เกิดเสียงหนึ่งๆ ที่มีกำลัง 3.14×10^{-14} วัตต์ ขณะที่ยุงบินจากระยะไกลเข้าหาเด็กคนหนึ่ง เด็กคนนี้จะเริ่มได้ยินเสียงยุง เมื่อยุงอยู่ที่ระยะห่างจากเขาก็เซนติเมตร ถ้าเสียงเบาที่สุดที่เขาสามารถได้ยินมีความเข้ม 10^{-12} W/m²

1. 5 2. 10 3. 25 4. 40 (ข้อ 1)

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

36. แหล่งกำเนิดเสียงส่งพลังงานด้วยอัตรา $\pi \times 10^{-8}$ วัตต์ ผู้ฟังซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 10 เมตร จะได้ยินเสียงมีความเข้มเสียงเท่าใด

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{\pi \times 10^{-8}}{4\pi(10)^2} = 2.5 \times 10^{-11} \text{ W/m}^2$$

37. จากที่ผ่านมา ถ้าจุดนั้นอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 5 เมตร แหล่งกำเนิดส่งเสียงด้วยกำลังเท่าใด

วิธีทำ
$$P = I4\pi R^2 = 10^{-6} \times 4(3.14)(5)^2 = 3.4 \times 10^{-4} \text{ W}$$

38. แหล่งกำเนิดเสียงที่ให้กำลังเสียง $\pi \times 10^{-10}$ วัตต์ ผู้ฟังอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดเสียงมากที่สุดเท่าใดจึงจะได้ยินเสียง (ให้ความเข้มเสียงต่ำสุดที่ได้อิน = 10^{-12} วัตต์/ตารางเมตร) (5 ม.)

วิธีทำ
$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$10^{-12} = \frac{\pi \times 10^{-8}}{4\pi R^2}$$

$$R^2 = \frac{\pi \times 10^{-8}}{4\pi} = \frac{10^{-8}}{4 \times 10^{-12}} = 25\text{m}$$

$$R = 5\text{m}$$

39. ชายคนหนึ่งขณะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง อันหนึ่งเป็นระยะทาง 10 เมตร วัดความเข้มของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นได้ 10^{-8} วัตต์/ตารางเมตร จงหาลำดับเสียงที่ส่งออกมา

วิธีทำ
$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$P = I4\pi R^2 = 10^{-12} \times 4\pi(10)^2 = 4\pi \times 10^{-6} \text{ w/m}^2$$

40. ผีเสื้อตัวหนึ่งกระพือปีกทำให้เกิดเสียงมีกำลัง $4\pi \times 10^{-11}$ วัตต์ ถ้าผีเสื้อตัวนั้นเกาะอยู่ที่พื้นแล้วกระพือปีกและถือว่ามีพื้นที่สะท้อนเสียงได้ 100% คนที่ยืนอยู่ห่างจากผีเสื้ออย่างน้อยเท่าใดจึงจะ

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

$$R^2 = \frac{P}{4\pi} = \frac{4\pi \times 10^{-11}}{4\pi 10^{-12}} = 10$$

$$R =$$

41. แผลงตัวหนึ่งบินหนีในแนวเส้นตรงด้วยความเร็ว 0.5 เมตร/วินาที จากคนๆ หนึ่งซึ่งยืนในที่โล่ง อยากรทราบว่าคนนั้นๆ ได้ยินเสียงการบินของแผลงนั้นได้นานเท่าไร ถ้ากำหนดให้ว่าอัตราที่พลังงานเสียงซึ่งแผลงนั้นส่งออกมาในขณะที่บินมีค่า $4\pi \times 10^{-10}$ วัตต์/ตารางเมตร กำหนดให้ว่าเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์อาจได้ยินมีความเข้มเป็น 10^{-12} วัตต์/ตารางเมตร (20 วินาที)

วิธีทำ $I = \frac{P}{4\pi R^2}$

$$R^2 = \frac{P}{4\pi I} = \frac{4\pi \times 10^{-10}}{4\pi \times 10^{-12}} = 100$$

$$R = 10$$

$$S = vt$$

$$t = \frac{S}{v} = \frac{10}{0.5} = 20 \text{ วินาที}$$

42. บิล्लीอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งได้ยินเสียงมีความเข้ม 10^{-6} วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อเขาเดินออกไปอีกจนได้ยินเสียงค่อนที่สุดจึงหยุด อยากรทราบว่าตอนหลังเขาอยู่จากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นกี่เท่าของระยะเดิม (100 เท่า)

วิธีทำ $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$

$$\frac{10^{-6}}{10^{-12}} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

$$10^6 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

$$\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = 10^3$$

$$R_2 = 1000R_1$$

43(En 44/1) ในการทดลองเรื่องความเข้มของเสียงวัดความเข้มของเสียงที่ตำแหน่งที่อยู่ห่างไป

10 เมตร จากลำโพงได้ 1.2×10^{-2} วัตต์ต่อตารางเมตร ความเข้มเสียงที่ตำแหน่ง 30 เมตร จากลำโพงจะเป็นเท่าใด

1. $1.1 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$ 2. $0.6 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$ 3. $0.4 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$ 4. $0.13 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$ (ข้อ 4)

วิธีทำ

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

$$\frac{1.2 \times 10^{-2}}{I_2} = \left(\frac{30}{10}\right)^2$$

$$I_2 = 0.13 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

ระดับความเข้มเสียง

ค่าความเข้มเสียง เป็นค่าที่มีค่าน้อย ตัวเลขยุ่งยาก เราจึงนิยมเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่ดูง่ายขึ้น คือ รูปของ ระดับความเข้มเสียง (B) วิธีการเปลี่ยน จะใช้สมการ

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ B คือ ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล , dB)

I คือ ความเข้มเสียง (วัตต์/ตารางเมตร)

I_0 คือ ความเข้มเสียงน้อยสุดที่ยังได้ยิน = 10^{-12} วัตต์/ตารางเมตร

44. จงหาระดับความเข้มเสียง ณ จุดซึ่งมีค่าความเข้มเสียง $1 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$ (50 dB)

วิธีตรง $B = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-7}}{10^{-12}} = 10 \log 10^5 = 50 \log 10 = 50$

วิธีลัด $B = 10(-7 + 12) = 50$

45. ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งวัดค่าความเข้มเสียงได้ 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร ณ ตำแหน่งนี้จะมีค่าระดับความเข้มเสียงเท่าใด (20 dB)

วิธีลัด $B = 10(-10 + 12) = 20\text{dB}$

46. หากความเข้มเสียงสูงสุดที่หูคนเราจะทนฟังได้ มีค่า 1 W/m^2 จงหาระดับความเข้มเสียงสูงสุดที่หูคนเราจะทนฟังได้ (120 dB)

วิธีทำ 1×10^0

วิธีลัด $B = 10(0 + 12) = 20\text{dB}$

47. จงหาระดับความเข้มเสียง เสียงเมื่อผู้ฟังอยู่ห่างจากวิทยุ 1 เมตร เมื่อกำลังเสียงของวิทยุเท่ากับ $4\pi \times 10^{-3}$ วัตต์ (90 dB)

วิธีทำ $I = \frac{P}{4\pi R^2}$

$$I = \frac{4\pi \times 10^{-3}}{4\pi (1)^2} = 1 \times 10^{-3}$$

วิธีลัด $B = 10(-3 + 12) = 90\text{dB}$

48(มข 43) เสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 80 เดซิเบล จะมีความเข้มเสียงในหน่วย W/m^2 เท่าใด
1. 10^{-2} 2. 10^{-4} 3. 10^{-6} 4. 10^{-8} (ข้อ 2)

วิธีลัด $I = 10^{-12 + \frac{B}{10}}$ $I = 10^{-12 + \frac{80}{10}} = 10^{-12+8} = 10^{-4} \text{ W/m}^2$

49. ณ จุดหนึ่ง เสียงจากเครื่องจักรมีระดับความเข้มเสียงวัดได้ 50 เดซิเบล จงหาความเข้มเสียงจากเครื่องจักร ณ จุดนั้น กำหนดให้ความเข้มเสียงที่เริ่มได้ยินเป็น 10^{-12} W/m^2 (ข้อ 2)

1. 10^{-5} W/m^2 2. 10^{-7} W/m^2 3. 10^{-9} W/m^2 4. 10^{-17} W/m^2

วิธีลัด
$$I = 10^{-12 + \frac{B}{10}}$$

$$I = 10^{-12 + \frac{50}{10}} = 10^{-12+5} = 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

50(มข 31) วางเครื่องวัดระดับเข้มเสียงห่างจากลำโพง 10 เมตร พบว่าระดับความเข้มเสียงเท่ากับ 100 เดซิเบล กำลังเสียงจะเท่ากับกี่วัตต์ (ข้อ 2)

1. 12.5×10^4 วัตต์ 2. 12.6 วัตต์ 3. 3.14 วัตต์ 4. 10^{-2} วัตต์

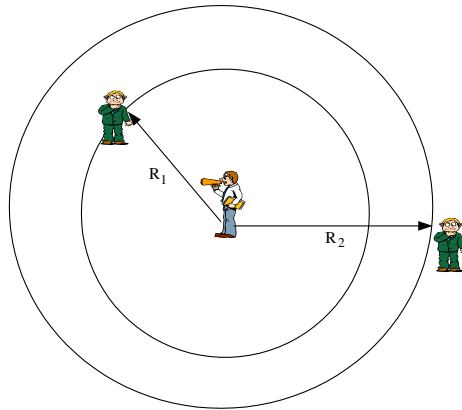
วิธีลัด
$$I = 10^{-12 + \frac{B}{10}}$$

$$I = 10^{-12 + \frac{100}{10}} = 10^{-12+10} = 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

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

$$P = 4\pi R^2 I = 4 \times 3.14 (10)^2 \times 10^{-2} = 12.6 \text{ W}$$

สูตรเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับความเข้มเสียง



$$B_2 - B_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \qquad B_2 - B_1 = 20 \log \frac{R_1}{R_2}$$

$$B_2 - B_1 = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \qquad B_2 - B_1 = 10 \log \frac{P_2 R_1^2}{P_1 R_2^2}$$

เมื่อ B_1, B_2 คือ ระดับความเข้มเสียงตอนแรก และ ตอนหลัง (เดซิเบล)
 I_1, I_2 คือ ความเข้มเสียงตอนแรก และ ตอนหลัง (วัตต์/ตารางเมตร)
 P_1, P_2 คือ กำลังเสียงตอนแรก และ ตอนหลัง (วัตต์)
 R_1, R_2 คือ ระยะห่างตอนแรก และ ตอนหลัง (เมตร)

54(มข 34) ยุงตัวหนึ่งเมื่อบินมาที่ประตูห้องซึ่งอยู่ห่างจาก นาย ก. 20 เมตร พบว่าทำให้ระดับความดังมาถึงหูนาย ก. มีขนาด 20 เดซิเบล ถ้ายุง 100000 ตัว ระดับความดังที่มาถึงหูนาย ก. จะมีขนาดกี่ dB

วิธีลัด $B_2 - B_1 = 10 \log n$
 $B_2 - 20 = 10 \log 100000$
 $B_2 - 20 = 10 \log 10^5$
 $B_2 - 20 = 50 \quad B_2 = 70 \text{dB}$

55(มข 33) เมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะ 5 เมตร วัดระดับความเข้มเสียงได้ 50 dB ถ้าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 50 เมตร ระดับความเข้มเสียงจะมีค่ากี่เดซิเบล

วิธีลัด $10^{\frac{B_1 - B_2}{20}} = \frac{R_2}{R_1}$
 $10^{\frac{50 - B_2}{20}} = \frac{50}{5}$
 $10^{\frac{50 - B_2}{20}} = 10$
 $\frac{50 - B_2}{20} = 1$
 $B_2 = 30 \text{dB}$

56(En 44/1) ระดับความเข้มเสียงในโรงงานแห่งหนึ่งมีค่า 80 เดซิเบล คนงานผู้หนึ่งใส่เครื่องครอบหูซึ่งสามารถลดระดับความเข้มลงเหลือ 60 เดซิเบล เครื่องดังกล่าวลดความเข้มเสียงลงกี่เปอร์เซ็นต์ (ข้อ 4)

1. 80 % 2. 88 % 3. 98 % 4. 99 %

$$I_1 = 10^{-12 + \frac{B_1}{10}} = 10^{-12 + 8} = 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

$$I_2 = 10^{-12 + \frac{B_2}{10}} = 10^{-12 + 6} = 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

ความเข้มเสียงลดลง $\left(\frac{I_2 - I_1}{I_1} \right) \times 100$

$$\left(\frac{10^{-6} - 10^{-4}}{10^{-4}} \right) \times 100 = 10^4 (10^{-6} - 10^{-4}) \times 100 = -99$$

57. ณ จุดซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งหนึ่งมีระดับความเข้มเสียง 60 เดซิเบล ณ จุดนั้นจะมีค่าความเข้มเสียงเท่าใด (10^{-6} w/m^2)

$$I = 10^{-12 + \frac{B}{10}} \quad I = 10^{-12 + \frac{60}{10}} = 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

58. วางเครื่องวัดระดับความเข้มเสียงห่างจากลำโพง 10 เมตร พบว่าระดับความเข้มเสียงเท่ากับ 80 เดซิเบล กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเป็นเท่าใด ($12.56 \times 10^{-2} \text{ W}$)

$$I = 10^{-12 + \frac{B}{10}} \quad I = 10^{-12 + \frac{80}{10}} = 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

$$P = I 4\pi R^2 = 10^{-4} \times 4(3.14)(10)^2 = 12.56 \times 10^{-2} \text{ W}$$

59. แหล่งกำเนิดเสียงหนึ่งส่งเสียงออกไปทุกทิศทางอย่างสม่ำเสมอ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร วัดระดับความเข้มเสียงได้ 60 เดซิเบล จงหาระดับความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่าง จากแหล่งกำเนิดเสียง 100 เมตร

$$\frac{R_1}{R_2} = 10^{\frac{B_2 - B_1}{20}}$$

$$\frac{10}{100} = 10^{\frac{B_2 - 60}{20}}$$

$$10^{-1} = 10^{\frac{B_2 - 60}{20}}$$

$$-1 = \frac{B_2 - 60}{20}$$

$$B_2 = 40\text{dB}$$

60. ในการวัดระดับความเข้มเสียงที่ระยะ 10 เมตร จากแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นจุดมีค่า 80 เดซิเบล ที่จุดห่างจากแหล่งกำเนิดอันเดิมกี่เมตร ระดับความเข้มเสียงจึงเท่ากับ 40 เดซิเบล

$$\frac{R_1}{R_2} = 10^{\frac{B_2 - B_1}{20}}$$

$$\frac{10}{R_2} = 10^{\frac{40 - 80}{20}}$$

$$\frac{10}{R_2} = 10^{-2}$$

$$R_2 = 1000\text{m}$$

61. แหล่งกำเนิดให้เสียงมีระดับความเข้มเสียง 90 เดซิเบล ผ่านหน้าต่างซึ่งมีพื้นที่ 1.5 ตารางเมตร จงหากำลังของแหล่งกำเนิดเสียง

$$I = 10^{-12 + \frac{B}{10}} \quad I = 10^{-12 + \frac{90}{10}} = 10^{-3}$$

$$P = IA = 10^{-3} \times 1.5 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ W}$$

62. นักร้องประสานเสียงกลุ่มหนึ่งมี 40 คน จะส่งเสียงมีระดับความเข้มเสียง 60 เดซิเบล ที่จุดห่างออกไป 40 เมตร อยากทราบว่าถ้ามีนักร้องประสานเสียงอีกกลุ่มหนึ่งมี 60 คน จะให้เสียงมีระดับความเข้มเสียงเท่าใดที่จุดห่างออกไป 60 เมตร (ถ้าถือนักร้องแต่ละคนให้กำลังเสียงออกมาเท่ากัน) กำหนด $\log 2 = 0.3010$ $\log 3 = 0.4771$

$$B_2 - B_1 = 20 \log \frac{R_1}{R_2}$$

$$B_2 - 60 = 20 \log \frac{40}{60}$$

$$B_2 - 60 = 20 \log \frac{2}{3}$$

$$B_2 - 60 = 20(\log 2 - \log 3)$$

$$B_2 - 60 = 20(0.3010 - 0.4771)$$

$$B_2 - 60 = -3.52$$

$$B_2 = 56.47\text{dB}$$

63. ถ้าขณะที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร ได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้ม 60 เดซิเบล
จงหาระดับความเข้มเสียง เมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงนี้เป็นระยะ 20 เมตร

$$B_2 - B_1 = 20 \log \frac{R_1}{R_2}$$

$$B_2 - 60 = 20 \log \frac{10}{20}$$

$$B_2 - 60 = 20 \log \frac{1}{2}$$

$$B_2 - 60 = 20(\log 1 - \log 2)$$

$$B_2 - 60 = 20(0 - 0.3010)$$

$$B_2 = 54\text{dB}$$

64. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 เม.ย. 2557]

สมศักดิ์ยืนอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่แผ่ในทุกทิศทางอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะทาง 5 เมตร
เขาวัดระดับความเข้มเสียงได้ 70 เดซิเบล ถ้าสมศรีซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะ 20
เมตร จะวัดระดับความเข้มเสียงได้กี่เดซิเบล

1. 17.5

2. 58

3. 64

4. 70

เฉลยข้อ

$$B_2 - B_1 = 20 \log \frac{R_1}{R_2}$$

$$B_2 - 70 = 20 \log \frac{5}{20}$$

$$B_2 - 70 = 20 \log \frac{1}{4}$$

$$B_2 - 70 = 20 \log 2^{-2}$$

$$B_2 - 70 = -40 \log 2$$

$$B_2 - 70 = -40(0.3)$$

$$B_2 = 70 - 12$$

$$B_2 = 58 \text{ dB}$$

ตอนที่ 4 เสียงดนตรี

64. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 มี.ค. 2555]

คลื่นเสียงในตัวในใด ๆ จากขลุ่ยเพียงออประกอบไปด้วยคลื่นความถี่มูลฐานและฮาร์โมนิกที่ 2, 3, 4, ... ความสัมพันธ์ระหว่างแอมพลิจูดของแต่ละฮาร์โมนิกกับความถี่ของแต่ละฮาร์โมนิกเป็นอย่างไร

1. ทุกฮาร์โมนิก คลื่นจะมีแอมพลิจูดใกล้เคียงกัน
2. ที่ฮาร์โมนิกสูงขึ้นจะมีแอมพลิจูดลดลง
3. ที่ฮาร์โมนิกสูงขึ้น คลื่นจะมีแอมพลิจูดเพิ่มขึ้นเช่นกัน
4. ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ที่แน่ชัดได้

เฉลย 4

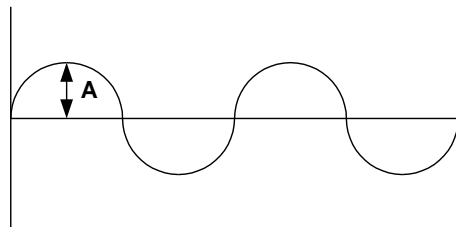
เครื่องดนตรีจะปล่อยเสียงที่มีความถี่มูลฐาน ผสมกับฮาร์โมนิกต่างๆ เสมอ โดยเราจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มูลฐานดังที่สุด เพราะมีแอมพลิจูดสูงสุด ซึ่งฮาร์โมนิกที่ผสมกันนี้สามารถมีได้หลายจำนวน, ความถี่และแอมพลิจูด ขึ้นกับชนิดของเครื่องดนตรี. ไม่สามารถบ่งชี้ความสัมพันธ์ที่ชัดเจนได้

ความดังเบาของเสียง

ความดังหรือเบาของเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง

ถ้าคลื่นเสียงมีแอมพลิจูดสูง เสียงจะดัง

ถ้าคลื่นเสียงมีแอมพลิจูดต่ำ เสียงจะเบา



ระดับเสียง (ความเข้มแหลมของเสียง)

ความเข้ม แหลม ของเสียงจะขึ้นอยู่กับ ความถี่ของคลื่นเสียง

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่สูง เสียงจะแหลม เรียกว่า **ระดับเสียงสูง**

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำ เสียงจะทุ้ม เรียกว่า **ระดับเสียงต่ำ**

ช่วงความถี่ของเสียงที่หูคนปกติจะได้ยิน คือ ช่วง 20 – 20000 Hz เท่านั้น

เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 Hz ลงไปเรียก **Infra Sonic**

เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20000 Hz ขึ้นไปเรียก **Ultra Sonic**

หูคนปกติจะไม่ได้ยินเสียงพวกนี้

การได้ยินเสียง ดัง-ค่อย

การได้ยินเสียงของมนุษย์จะมีอยู่ 3 ลักษณะใหญ่ คือ

1. การได้ยินเสียงดัง-ค่อย
2. การได้ยินเสียงทุ้ม-แหลม โดยมนุษย์จะได้ยินเสียงที่มีความถี่ในย่าน 20-20000 Hz
3. ลักษณะของเสียง (คุณภาพเสียง)

นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างปริมาณที่ใช้ประโยชน์ในการบอกความดัง-ค่อย ดังต่อไปนี้

65. สมบัติของเสียงข้อใดที่มีผลต่อความดังของเสียงมากที่สุด

- ก. ความยาวคลื่น ข. ความถี่ ค. อัมพลิจูด ง. ความเร็วคลื่น (ข้อ ค)

66(มข 37) ความถี่ของคลื่นเสียงที่ระดับความเข้มเสียง 70 เดซิเบล ที่หูของคนปกติไม่สามารถได้ยิน คือ

1. 30 2. 1000 3. 10000 4. 30000 (ข้อ 4)

67. ถ้าระดับเสียงโน้ต C มีความถี่ 256 Hz เสียงที่ 16 ของระดับเสียง C มีค่าเท่าไร

- ก. 512 Hz ข. 1024 Hz ค. 2048 Hz ง. 4096 Hz (ข้อ ข)

68. คลื่นเสียงที่มีความถี่ 1200 เฮิรตซ์ เป็นเสียงสามคู่แปดของเสียงที่มีความถี่เท่าไร

- ก. 600 ข. 400 ค. 300 ง. 150 (ข้อ ง)

คุณภาพเสียง

เวลาเราฟังเสียงเครื่องดนตรีหลาย ๆ ชนิด เช่น ขลุ่ย และเปียนโน ซึ่งเล่นโน้ตตัวเดียวกัน

พร้อม ๆ กัน แต่เรายังสามารถแยกออกได้ว่า เสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย เสียงใดเป็นเสียงเปียนโน ทั้งนี้เพราะเสียงทั้งสองจะมีลักษณะที่ต่างกัน

ที่เป็นเช่นนี้เพราะเสียงแต่ละเสียงจะมี Higher Harmonic และความเข้มสัมพัทธ์

แต่ละ Harmonic ไม่เท่ากัน จึงทำให้เสียงแต่ละเสียงมีลักษณะที่ต่างกัน ลักษณะของเสียง

เราเรียกว่าคุณภาพเสียง

69(En 41) วงดนตรีที่ประกอบด้วยเครื่องดนตรีหลายชนิด เมื่อเล่นพร้อมกัน แต่เราสามารถแยก

ได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงไวโอลิน เสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย และเสียงใดเป็นเสียงเปียนโน เนื่องจาก

เสียงดนตรีแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตามข้อใดที่ต่างกัน (ข้อ 4)

1. ระดับเสียง 2. ระดับความเข้มเสียง 3. ความถี่เสียง 4. คุณภาพเสียง

70(มข 34) คุณภาพเสียงอธิบายได้ด้วยคุณสมบัติของเสียงข้อใด

ก. ความดังของเสียง และระดับความดัง

ข. ความถี่ของเสียง และความเร็วของเสียง

ค. ระดับเสียง และความถี่ธรรมชาติ

ง. จำนวนฮาร์โมนิก และ ความเข้มของเสียงของฮาร์โมนิก

(ข้อ ง)

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นเสียง

บีตส์ (Beats)

71. ในการปรับเสียงของเปียโนระดังเสียง C โดยเทียบกับส้อมเสียงความถี่ 256.0 Hz ถ้าได้ยินเสียงบีตส์ความถี่ 3.0 ครั้ง/วินาที ความถี่ที่เป็นไปได้ของเปียโนมีค่าเท่าใด (253 , 259 Hz)

$$F_B = 256 \pm 3 = 253 \text{ และ } 259$$

72. คลื่น 2 ขบวน A และ B มีแอมพลิจูดเท่ากัน คลื่นละ 2 เซนติเมตร มีความถี่ 200 และ 204 เฮิรตซ์ ตามลำดับ ถ้าคลื่นทั้งสองเข้ารวมกันเป็นคลื่น C ความถี่ของคลื่น C และความถี่บีตส์ของคลื่น C มีค่าเท่าใด ในหน่วยของเฮิรตซ์ (202 , 4)

วิธีทำ $f_{\text{รวม}} = \frac{f_1 + f_2}{2} = \frac{200 + 204}{2} = 202\text{Hz}$

$$F_B = |f_1 - f_2| = |204 - 200| = 4\text{Hz}$$

73. คลื่นเสียง 2 คลื่นมีความถี่ 248 เฮิรตซ์ และ 252 เฮิรตซ์ เคลื่อนที่มาพบกันทำให้เกิดการรวมกันของคลื่นทั้งสอง จงหา

ก) ความถี่ของเสียงที่ได้ยิน

วิธีทำ $f_{\text{รวม}} = \frac{f_1 + f_2}{2} = \frac{248 + 252}{2} = 250\text{Hz}$

ข) จังหวะของการได้ยินเสียง

$$F_B = |f_1 - f_2| = |248 - 252| = 4\text{Hz}$$

74. ถ้าต้องการให้เกิดเสียงดังเป็นจังหวะห่างกันทุก 0.25 วินาที จะต้องเคาะส้อมเสียงความถี่ 450 เฮิรตซ์ พร้อมกับส้อมเสียงที่มีความถี่เท่าไร (446 Hz , 454 Hz)

$$F_B = 450 \pm 4 = 446 \text{ และ } 456$$

75. คลื่นเสียงสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันวัดความถี่ของเสียงได้ 466 เฮิรตซ์ และให้เสียงบีตส์ 4 ครั้ง/วินาที จงหาความถี่ของคลื่นแต่ละคลื่น (468, 464 Hz)

$$F_B = 466 \pm 4 = 468 \text{ และ } 464$$

76. ส้อมเสียงสองอันให้คลื่นเสียงมีความยาวคลื่น 2 เมตรและ 2.05 ตามลำดับ เมื่อเคาะส้อมเสียงทั้งสองพร้อมกันทำให้เกิดบีตส์ 4 ครั้ง/วินาที จงหาอัตราเร็วของคลื่นเสียง (328 m/s)

$$|f_1 - f_2| = f_B$$

$$\frac{v}{\lambda_1} - \frac{v}{\lambda_2} = 4$$

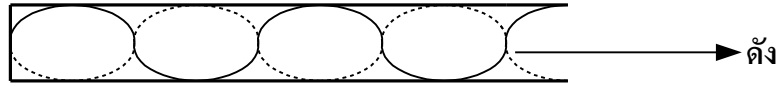
$$v \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_2 \lambda_1} \right) = 4$$

$$v \left(\frac{2.05 - 2}{2.05 \times 2} \right) = 4$$

$$v = \frac{2.05 \times 2 \times 4}{0.05} = 328\text{m/s}$$

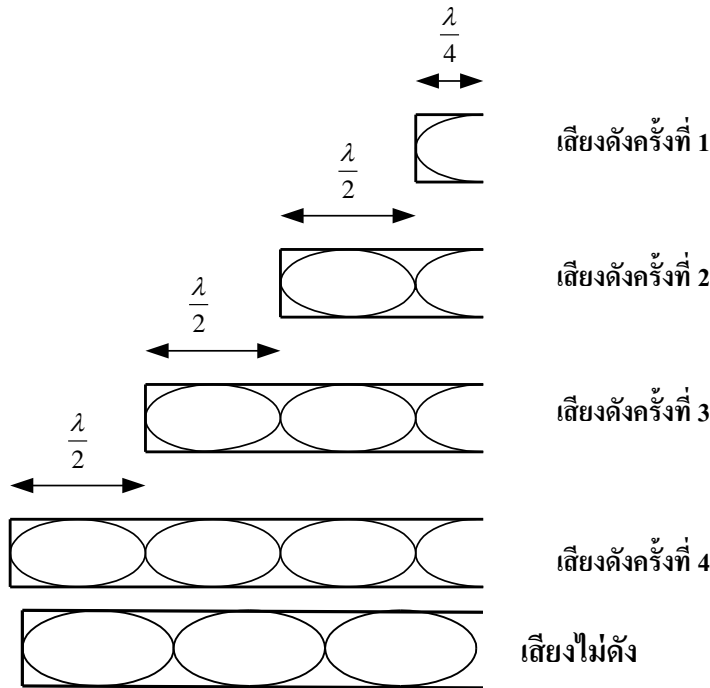
การสั่นพ้องของเสียง (Resonance)

เมื่อเราส่งคลื่นเสียงเข้าไปในท่อปลายตัน เสียงที่ส่งเข้าไปนั้นจะไปกระทบผนังด้านใน คลื่นเสียงนั้นจะเกิดการสะท้อนออกมา แล้วมาแทรกสอดกับคลื่นที่เข้าไปเกิดเป็นคลื่นนิ่งและ หากตรงตำแหน่งปากท่อเป็นแนวปฏิบัพของคลื่นนิ่งนั้น จะทำให้โมเลกุลตัวกลาง (อากาศ) สั่น สะเทือนอย่างรุนแรงกว่าปกติทำให้เสียงที่ออกมาจากท่อนั้น ดังกว่าปกติเช่นกันปรากฏการณ์ที่มีเสียงดัง อันเกิดจาก อนุภาคตัวกลางสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงเช่นนี้ เรียกว่าการสั่นพ้องของเสียง (กำทอน)



ควรทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสั่นพ้อง

ประการที่ 1 ท่อที่ทำให้เกิดเสียงดัง จะต้องเป็นท่อที่มีความพอดีที่จะทำให้ปากท่ออยู่ ตรงกับแนวปฏิบัพของคลื่นนิ่งพอดี หากปากท่อตรงกับแนวบัพจะไม่เกิดเสียงดัง ดังแสดงในรูปภาพ

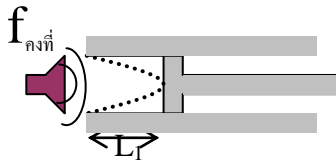


และที่สำคัญ

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

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

77(มข 41) วางลำโพงชิดกับปลายข้างหนึ่งของหลอดเรโซแนนซ์ เลื่อนลูกสูบออกช้า ๆ จนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดครั้งแรกที่ระยะห่างจากปลายหลอด 3.3 เมตร ความเร็วเสียงในอากาศมีค่า 330 เมตร/วินาที จงหาความถี่ของเสียงจากลำโพง (25 Hz)



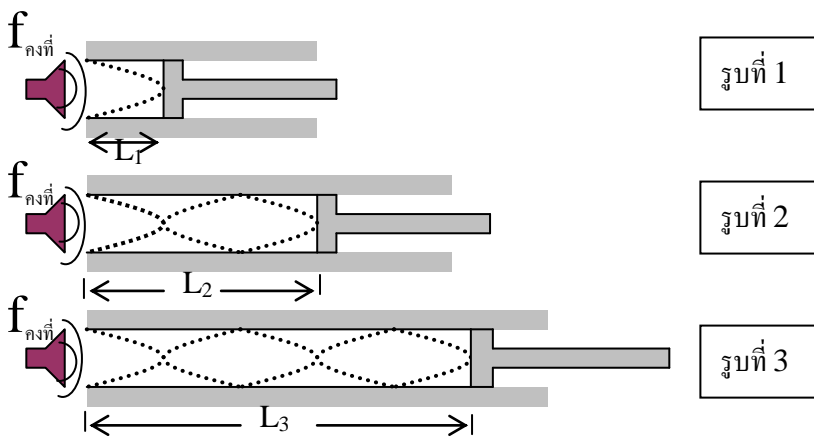
$$L = \frac{\lambda}{4}$$

$$\lambda = 4L = 4 \times 3.3 = 13.2\text{m}$$

$$v = f\lambda$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330}{13.2} = 25\text{Hz}$$

78. การทดลองหาอัตราเร็วเสียงในอากาศโดยใช้หลอดกำทอน พบว่าหลังจากเกิดสั่นพ้องแล้วก็เลื่อนลูกสูบถอยหลังไปอีก 25 cm จึงเกิดสั่นพ้องอีกครั้ง ถ้าความถี่ 680 Hz จงหาอัตราเร็วเสียงในอากาศ (340 m/s)



ใช้รูปที่ 2 ระยะ $L = 25$ วัดจากจุดบัพถึงบัพ

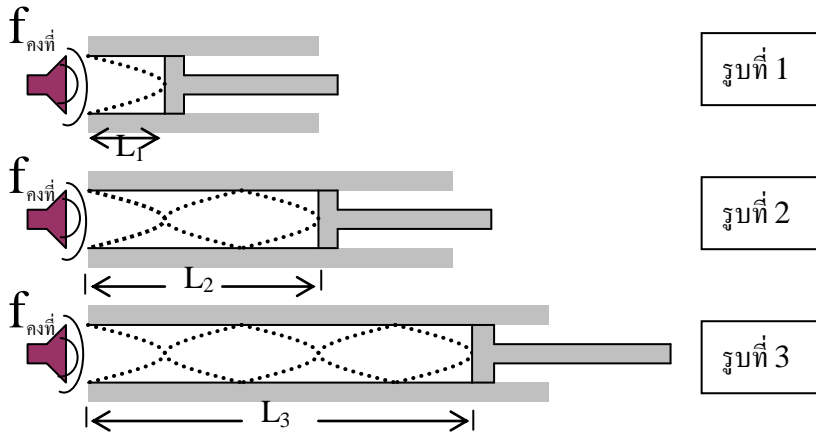
$$L = \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = 2L = 2 \times 25 = 50\text{cm} = 0.5\text{m}$$

$$v = f\lambda = 680 \times 0.5 = 340\text{m/s}$$

79(En 26) การทดลองเรื่องการทำทอนของเสียงโดยใช้หลอดทำทอน พบว่าเกิดทำทอนครั้งแรก และครั้งที่สอง ที่ระยะ 0.15 เมตร และ 0.50 เมตร จากปากท่อตามลำดับ ถ้าความเร็วของเสียงใน ขณะนั้นเท่ากับ 350 เมตร/วินาที จงหาความถี่ของคลื่นเสียงที่ใช้ (ข้อ ข)

- ก. 400 Hz ข. 500 Hz ค. 600 Hz ง. 1000 Hz

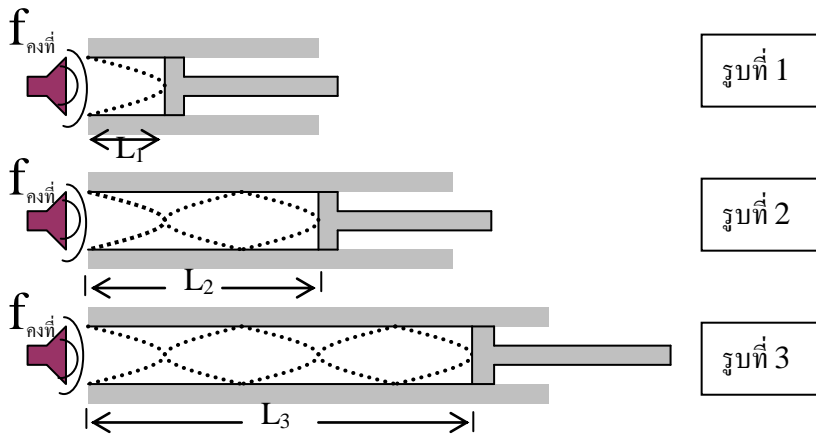


ใช้รูปที่ 2 `ระยะ $\Delta L = 0.5 - 0.15 = 0.35$ วัดจากจุดบัพถึงบัพ

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

$$\lambda = 2\Delta L = 2(0.5 - 0.15) = 0.7\text{m} \qquad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0.7} = 500\text{Hz}$$

80. ถ้าความเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตร/วินาที ส้อมเสียงจะต้องสั่นด้วยความถี่ต่ำสุดเท่าใดจึงจะทำให้เกิดทำทอนได้เมื่อจ่อใกล้ปากกระบอกทองซึ่งยาว 20 เซนติเมตร (425 Hz)



ใช้รูปที่ 1 `ระยะ $L = 20\text{cm}$

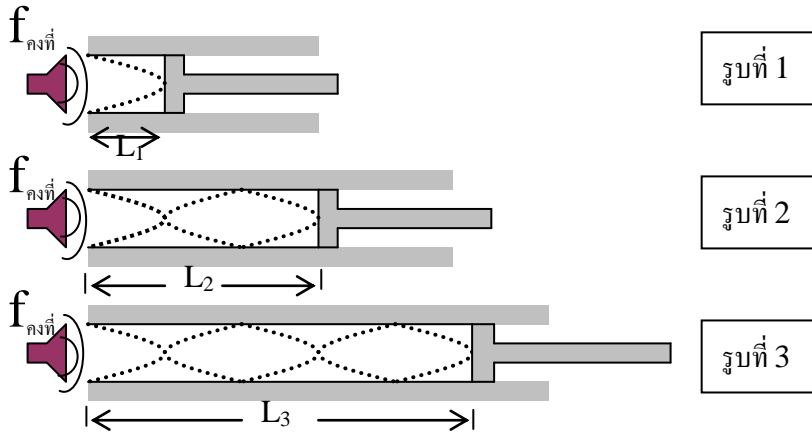
$$L = \frac{\lambda}{4}$$

$$\lambda = 4L = 4 \times 20 = 80\text{cm} = 0.8\text{m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.8} = 425\text{Hz}$$

81(มข 40) โดยปกติคลื่นเสียงจะเข้าสู่ระบบการรับฟังเสียงของหูคนเราโดยผ่านช่องรูหู (ear canal) ไปตกกระทบเยื่อแก้วหูที่ปลายช่องรูหูซึ่งจะสั่นตามจังหวะของคลื่นเสียงนั้น ช่องรูหูจึงเป็นด่านแรกที่ช่วยขยายสัญญาณเสียงที่ผ่านเข้าไป ถ้าความยาวของช่องรูหูของคนทั่วไปมีค่าประมาณ 2.5 เซนติเมตร แสดงว่าคนเราจะควรรับฟังเสียง ความถี่ ประมาณกี่เฮิรตซ์ได้ ใดเป็นพิเศษ (ให้ $v_{\text{เสียง}} = 350 \text{ m/s}$)

1. 3000 2. 3500 3. 4600 4. 700 (ข้อ 2)



ใช้รูปที่ 1 ระยะ $L = 2.5 \text{ cm}$

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

$$\lambda = 4L = 4 \times 2.5 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

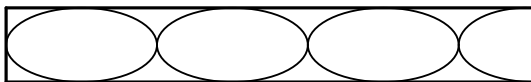
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0.1} = 3500 \text{ Hz}$$

82. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 เม.ย. 2557]

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองเคาะส้อมเสียงที่ไม่ทราบความถี่อันหนึ่งเหนือปากหลอดเรโซแนนซ์ อันหนึ่งซึ่งยาว 1 เมตร พบว่าได้ยินเสียงดังขึ้นครั้งแรกเมื่อมีระดับน้ำในหลอดสูง 12.5 เซนติเมตร และครั้งที่สองเติมน้ำลงไปอีก 25 เซนติเมตร ถ้าเขายังคงเติมน้ำเรื่อย ๆ เขาจะได้ยินเสียงดังขึ้นอีกกี่ครั้ง

- 1.2 2.3 3.4 4.5

หลอดเรโซแนนซ์ ซึ่งยาว 1 เมตร

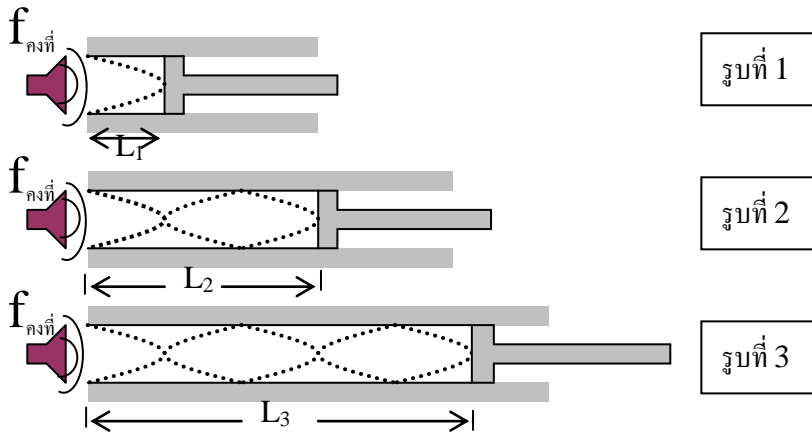


เสียงดังครั้งที่ 4

หนึ่งลูปเท่ากับ 25 เซนติเมตร หลอดเรโซแนนซ์ ซึ่งยาว 1 เมตร ได้ทั้งหมด 3 ลูป

เราจะได้ยินเสียงดังอีก 2 รอบ ถ้าไม่นับรวมสองครั้งแรก คำตอบคือ ข้อ 1.

83(En 38) หลอดเรโซแนนซ์ที่ใช้ในการทดลองชุดหนึ่ง จะให้ความดังสูงสุดสามครั้ง เมื่อเลื่อนตำแหน่งลูกสูบไปตามความยาวของหลอดเรโซแนนซ์ ถ้าตำแหน่งสุดท้ายดัง เมื่อลูกสูบห่างจากลำโพงมากที่สุดและห่างจากปลายกระบอกสูบ 100 เซนติเมตร อยากทราบว่าลำโพงสั่นด้วยความถี่กี่เฮิรตซ์ (กำหนดความเร็วเสียงในอากาศเป็น 348 m/s) (435 Hz)



ใช้รูปที่ 3 จะให้ความดังสูงสุดสามครั้ง

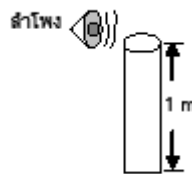
$$f = (2n - 1) \frac{v}{4L} = (2 \times 3 - 1) \frac{348}{4 \times 1} = 435 \text{ Hz}$$

84. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 มี.ค. 2553]

วางแหล่งกำเนิดเสียงไว้ใกล้กับท่อปลายปิด 1 ด้าน ยาว 1 เมตร ดังรูป เมื่อปรับความถี่ของ

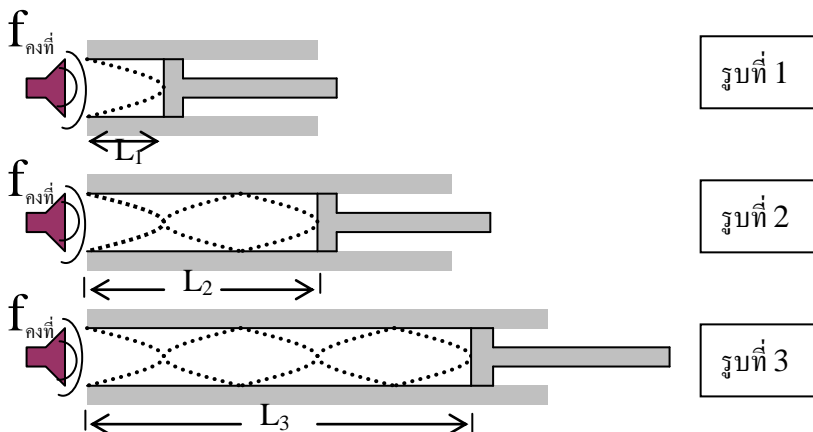
แหล่งกำเนิดเสียงเพื่อให้ได้ยินเสียงดังที่สุด ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตร/วินาที เสียงจะดังที่สุดที่ความถี่กี่เฮิรตซ์

- 1. 80
- 2. 255 ✓
- 3. 420
- 4. 695



เฉลย 2

เสียงดังที่สุดเกิดเมื่อเกิดการสั่นพ้องในท่อ ซึ่งมีความถี่ธรรมชาติตามสมการ



ใช้รูปที่ 1 ถึง 3

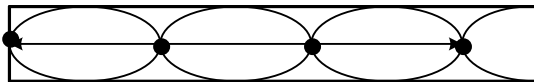
$$\begin{aligned}
 f &= \frac{(2n-1)v}{4L} \\
 &= \frac{(2n-1)(40)}{4(1)} \\
 &= (2n-1)(85) \\
 \text{เมื่อแทน } n &= 1, 2, 3, \dots \\
 \text{จะได้} \\
 &= 85 \text{ Hz, } 255 \text{ Hz, } 425 \text{ Hz, } \dots
 \end{aligned}$$

ความถี่ที่ตรงกับตัวเลือกคือข้อ 2

85. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 ต.ค. 2553]

ในการทดลองการสั่นพ้องในท่อปลายเปิด 1 ข้าง ปลายปิด 1 ข้าง โดยสามารถปรับระดับความยาวของลำอากาศภายในท่อได้ ระยะจากตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังครั้งที่ 1 และตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังครั้งที่ 4 เท่ากับกี่เซนติเมตร ถ้าคลื่นเสียงที่ส่งเข้าไปในท่อมี่ความถี่ 400 เฮิรตซ์ และอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340/เมตรวินาที

- 1. 85.0
- 2. 127.5 ✓
- 3. 148.8
- 4. 170.0



เสียงดังครั้งที่ 4

$$\begin{aligned}
 v &= f\lambda \\
 340 &= (400)\lambda \\
 \lambda &= \frac{340}{400} = 0.85
 \end{aligned}$$

ได้ยินเสียงดังครั้งที่ 1 และตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังครั้งที่ 4 เท่าห่างกันกับ

$$3\left(\frac{\lambda}{2}\right) = 3\left(\frac{0.85}{2}\right) = 1.275 \text{ เมตร} \quad \left(\text{อย่าลืมว่า 1 ลูฟ เท่ากับ } \frac{\lambda}{2}\right)$$

ระยะจากตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังครั้งที่ 1 และตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังครั้งที่ 4 เท่ากับกี่เซนติเมตร = 127.5 cm

86. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 ต.ค. 2552]

หลอดเรโซแนนซ์ปลายปิดด้านหนึ่ง มีความยาว 2 เมตร ความยาวคลื่นของฮาร์มอนิกที่สามเท่ากับกี่เมตร

1. 1.33 2. 1.6 3. 2.67 ✓ 4. 4

เฉลย 3

ในหลอดเรโซแนนซ์ปลายเปิด ปลายด้านหนึ่งเป็นเปิด อีกด้านหนึ่งเป็นปฏิบัติความถี่ต่ำสุด

$$L = \frac{\lambda}{4} \quad \text{ฮาร์มอนิกที่ 1}$$

ความถี่ถัดไป

$$L = \frac{3\lambda}{4} \quad \text{ฮาร์มอนิกที่ 3 } (f_3 = 3f_1)$$

$$L = \frac{(2n-1)\lambda}{4}$$

เมื่อแทนจำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดัง $n = 1, 2, 3, \dots$

ดังนั้นกรณีฮาร์มอนิกของท่อปลายปิด จะมีแต่เลขคี่ 1, 3, 5, ...

$$L = \frac{(2n-1)\lambda}{4}$$

เมื่อแทนจำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดัง $n = 2$

$$\therefore \text{ฮาร์มอนิกที่ 3 ; } L = \frac{(2(2)-1)\lambda}{4}$$

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

$$\lambda = \frac{4L}{3} = \frac{4 \times 2}{3} = \frac{8}{3}$$

$$\lambda = 2.67 \quad \text{เมตร}$$

87. คลื่นเสียงขบวนหนึ่งทำให้เกิดก้ำกอนลำดับ 1 ในกล่องไม้กลวงที่เปิดทุกด้านมีความยาว 0.5 เมตร ความถี่ธรรมชาติของกล่องไม้นี้เท่ากับกี่เฮิรตซ์ (ให้อัตราเร็วเสียง = 330 m/s)

- ก. 330 ข. 495 ค. 660 ง. 3×10^{-3} (ข้อ ก)

$$f = \frac{nv}{2L} = \frac{1 \times 330}{2 \times 0.5} = 330 \text{ Hz}$$

88. จากการทดลองการสั่นพ้องของเสียง ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 1000 เฮิรตซ์และทำการทดลองในขณะมีอุณหภูมิ 15°C อยากทราบว่าตำแหน่งของลูกสูบที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องของเสียง 2 ครั้งต่อเนื่องกัน จะห่างกันอย่างไร (0.17 เมตร)

$$v = 331 + 0.6t = 331 + 0.6(15) = 340 \text{ m/s}$$

$$v = f\lambda$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34 \text{ m} \quad \Delta L = \frac{\lambda}{2} = \frac{0.34}{2} = 0.17 \text{ m}$$

89. ท่อปลายเปิด 2 ปลายอันหนึ่ง ตั้งตรงในแนวตั้ง ปลายล่างจุ่มลงในน้ำลึก 10 เซนติเมตร สามารถเกิดการสั่นพ้องของเสียงกับส้อมเสียงอันหนึ่งได้ ถ้าเลื่อนให้ท่อจุ่มลงในน้ำอีก 17 เซนติเมตร ปรากฏว่าสามารถเกิดการสั่นพ้องของเสียงกับส้อมเสียงเดิมได้อีกครั้งหนึ่ง ถ้าอัตราเร็วเสียงขณะนั้นเท่ากับ 340 เมตร/วินาที จงหาความถี่ของส้อมเสียง (1000 Hz)

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

$$\lambda = 2\Delta L = 2(17 - 10) = 14\text{cm}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.14} = 1000\text{Hz}$$

90. จากการทดลองปรากฏว่า ถ้าเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 346 เฮิรตซ์ หน้าหลอดเรโซแนนซ์ จะเกิดการสั่นพ้องของเสียงครั้งแรกที่ระยะ 25 เซนติเมตร อุณหภูมิของอากาศขณะนั้นที่องศาเซลเซียส (25°)

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

$$\lambda = 4\Delta L = 4(25) = 100\text{cm} = 1\text{m}$$

$$v = f\lambda = 346 \times 1 = 346\text{m/s}$$

$$v = 331 + 0.6t$$

$$346 = 331 + 0.6t$$

$$t = 25^{\circ}$$

91. ในการทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียง ถ้าใช้ส้อมเสียงความถี่ 686 เฮิรตซ์ ในการทดลองและอุณหภูมิขณะทดลอง เท่ากับ 20° องศาเซลเซียส ตำแหน่งของลูกสูบจากปากหลอดเรโซแนนซ์ ขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกจะห่างจากตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งถัดไปเป็นระยะเท่าใด (0.25 เมตร)

$$v = 331 + 0.6t = 331 + 0.6(20) = 343\text{m/s}$$

$$v = f\lambda$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{686} = 0.5\text{m}$$

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25\text{m}$$

ตอนที่ 5 ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

เราสามารถหาความถี่ที่เปลี่ยนไปนี้โดยหาจากสมการดังนี้

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 \pm v_L}{v_0 \pm v_s} \right)$$

เมื่อ f_L = ความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยิน

v_0 = อัตราเร็วเสียงในอากาศ

f_s = ความถี่ปกติของต้นกำเนิดเสียง

v_s = อัตราเร็วของต้นกำเนิดเสียง

v_L = อัตราเร็วของผู้สังเกต

และหาความยาวคลื่นโดยใช้สมการ

$$\lambda = \frac{v_0 \pm v_s}{f}$$

λ = ความยาวคลื่นเสียงที่ผู้สังเกตได้ยิน

เงื่อนไขการใช้สมการทั้งสองนี้ คือ

ในการแทนค่า v_L กับ v_s ต้องคำนึงค่า +, - ด้วย โดยอาศัยหลักดังนี้

ถ้า v_L เคลื่อนที่ **เข้าหา** v_s จะมีค่าเป็น +

ถ้า v_L เคลื่อนที่ **ออกจาก** v_s จะมีค่าเป็น -

ถ้า v_s เคลื่อนที่ **เข้าหา** v_L จะมีค่าเป็น -

ถ้า v_s เคลื่อนที่ **ออกจาก** v_L จะมีค่าเป็น +

92. รถไฟวิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ในอากาศนิ่งความถี่หูจุกรถไฟมีค่า 500 Hz ถ้าเสียงมี

อัตราเร็ว 330 เมตร/วินาที จงหาความถี่เสียงที่ได้ยินจากคนบนรถไฟขบวนที่ 2 ที่วิ่งด้วย ความเร็ว 15 m/s เมื่อ

ก. รถไฟวิ่งเข้าหากัน (575 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right)$$

$$f_L = 500 \left(\frac{330 + 15}{330 - 30} \right) = 575 \text{ Hz}$$

ข. รถไฟวิ่งออกจากกัน (437.5 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right)$$

$$f_L = 500 \left(\frac{330 - 15}{330 + 30} \right) = 437.5 \text{ Hz}$$

93. รถไฟวิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ในอากาศนิ่งความถี่หูจุกรถไฟมีค่า 500 Hz

ถ้าเสียงมีอัตราเร็ว 330 เมตร/วินาที จงหาความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยินขณะอยู่นิ่งเมื่อ

ก. อยู่หน้ารถไฟ (550 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 \pm v_L}{v_0 \pm v_s} \right)$$

$$f = 500 \left(\frac{330 + 0}{330 - 30} \right) = 550 \text{ Hz}$$

ข. อยู่หลังรถไฟ (458.3 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 \pm v_L}{v_0 \pm v_s} \right)$$

$$f_L = 500 \left(\frac{330+0}{330+30} \right) = 458.3\text{Hz}$$

94. รถไฟวิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ในอากาศนิ่งความถี่หูรถรถไฟมีค่า 500 Hz

ถ้าเสียงมีอัตราเร็ว 330 เมตร/วินาที จงหาความยาวคลื่นเสียง

ก. เมื่ออยู่น้ำรถไฟ (0.6 m)

$$\lambda = \frac{v_0 - v_s}{f} = \frac{330 - 30}{500} = 0.6\text{m}$$

ข. เมื่ออยู่หลังรถไฟ (0.72 m)

$$\lambda = \frac{v_0 + v_s}{f} = \frac{330 + 30}{500} = 0.72\text{m}$$

95. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 มี.ค. 2555]

รถพยาบาลกำลังแล่นด้วยอัตราเร็ว 1/100 ของอัตราเร็วเสียง อัตราส่วนของความยาวคลื่นเสียงไซเรนด้านหลังรถต่อด้านหน้ารถที่ปรากฏต่อผู้สังเกตที่ยืนนิ่งบนถนนเป็นเท่าใด

1. 0.99/1.01

2. 1.01/0.99

3. 1.01/1.02

4. 1.02/1.01

$$\lambda_1 = \frac{u + v_s}{f_s} = \frac{u + \frac{1}{100}u}{f_s}$$

$$\lambda_2 = \frac{u - v_s}{f_s} = \frac{u - \frac{1}{100}u}{f_s}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{u + \frac{1}{100}u}{f} \times \frac{f}{u - \frac{1}{100}u} = \frac{101/100}{99/100} = \frac{1.01}{0.99}$$

96. รถยนต์คันหนึ่งกำลังแล่นไปด้วยอัตราเร็ว 25 เมตร/วินาที บีบแตรส่งเสียงความถี่ 400

เฮิรตซ์ออกมา ผู้สังเกตอยู่ในรถอีกคันหนึ่งซึ่งกำลังแล่นด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที จะได้ยินเสียงแตรมีความถี่เท่าใด ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศ = 340 เมตร/วินาที)

ก) แล่นอยู่ด้านหน้าสวนทางกับรถคันแรก (457.14 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right) \quad f_L = 400 \left(\frac{340 + 20}{340 - 25} \right) = 457.14\text{Hz}$$

ข) แล่นอยู่ด้านหน้าไปทางเดียวกันกับรถคันแรก (406.35 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right) \quad f_L = 400 \left(\frac{340 - 20}{340 - 25} \right) = 406.35\text{Hz}$$

ค) แล่นอยู่ด้านหลังไปทางเดียวกับรถคันแรก (394.52 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right) \quad f_L = 400 \left(\frac{340 + 20}{340 + 25} \right) = 394.52 \text{ Hz}$$

ง) แล่นอยู่ด้านหลังสวนทางกับรถคันแรก (350.68 Hz)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right) \quad f_L = 400 \left(\frac{340 - 20}{340 + 25} \right) = 350.68 \text{ Hz}$$

97. รถไฟสองขบวน แล่นสวนทางกันบนรางขนานด้วยอัตราเร็วขบวนละ 20 เมตร/วินาที

ในขณะที่เสียงมีอัตราเร็ว 340 เมตร/วินาที ถ้าขบวนใดขบวนหนึ่งเปิดหวูดมีความถี่เสียง 2000 เฮิรตซ์

ก. ผู้ฟังอยู่ในรถไฟอีกขบวนหนึ่งจะได้ยินเสียงมีความถี่และความยาวคลื่นเท่าใด (0.16 เมตร)

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 \pm v_L}{v_0 \pm v_s} \right)$$

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right)$$

$$f_L = 2000 \left(\frac{340 + 20}{340 - 20} \right)$$

$$f_L = 2250 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{340 - 20}{2000} = 0.16 \text{ m}$$

ข. ถ้ารถไฟทั้งสองขบวนสวนทางกันไปแล้วผู้ฟังคนเดิมจะได้ยินเสียงมีความถี่และความยาวคลื่นเท่าใด

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right) \quad f_L = 2000 \left(\frac{340 - 20}{340 + 20} \right) = 1777.7 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{340 + 20}{2000} = 0.18 \text{ m}$$

98. [ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย / PAT 2 ต.ค. 2555]

รถไฟขบวนหนึ่งเปิดหวูดขณะกำลังจะแล่นผ่านสี่แยกหนึ่ง นักเรียนที่ยืนตรงสี่แยกนั้น วัดความถี่เสียงหวูดได้ **590 Hz** และวัดอีกครั้งหนึ่งเมื่อรถไฟเคลื่อนที่ผ่านไปแล้วได้ **540 Hz** รถไฟแล่นด้วยอัตราเร็วในช่วงกี่เมตร / วินาที สมมติให้รถไฟแล่นด้วยอัตราเร็วคงตัว และอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น **340 m/s**

1. (0,30] 2. (30,85] 3. (85,130] 4. (130,190]

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 \pm v_L}{v_0 \pm v_s} \right)$$

ตอนเข้าหาผู้ฟัง

$$f_L = f_s \left(\frac{v_0 + v_L}{v_0 - v_s} \right)$$

$$590 = f_s \left(\frac{340+0}{340-v_s} \right) \dots\dots(1)$$

ตอนวิ่งออกจากผู้ฟัง

$$540 = f_s \left(\frac{340+0}{340+v_s} \right) \dots\dots(2)$$

แก้ระบบสมการ จะได้คำตอบเป็น

$$\text{ได้ } v = 15.04$$

รถไฟขบวนแล่นด้วยอัตราเร็ว $V_s = 15.04$ เมตร / วินาที

ตอบตัวเลือกข้อ 1. (0,30]

99. ชายคนหนึ่งถือส้อมเสียงที่กำลังสั่นด้วยความถี่ 440 Hz เดินเข้ากำแพงด้วยความเร็ว 2 m/s

จงหาว่าเขาได้ยินเสียงความถี่บีตส์กี่เฮิรตซ์ ถ้าอัตราเร็วของเสียงเท่ากับ 340 m/s

1. 5.2

2. 6.2

3. 7.2

4. 8.2

$$\text{ความถี่ปรากฏ, } f = f_s \left(\frac{v_0 \pm v_L}{v_0 \pm v_s} \right) = 440 \left(\frac{340+2}{340-2} \right) = 445.2 \text{ Hz}$$

$$\text{บีตส์/วินาที} = f_L - f_s = 445.2 - 440 = 5.2 \text{ Hz}$$