

ตะลุยโจทย์โควตา มข. ฟิสิกส์ บทที่ 12 เสียง ชุด 1

คลื่นเสียง

อัตราเร็วเสียง เราอาจหา อัตราเร็วเสียงได้จาก

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{หรือ} \quad v = f\lambda$$

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

$t =$ เวลา (s) $f =$ ความถี่เสียง (Hz) $\lambda =$ ความยาวคลื่น (m)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วเสียง

1. ความหนาแน่นของตัวกลาง

อัตราเร็วในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะมีค่ามากกว่าในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

2. อุณหภูมิ

อัตราเร็วเสียง จะแปรผันตรงกับรากที่ 2 ของอุณหภูมิเคลวิน เพราะอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้โมเลกุล มีพลังงานจลน์มากขึ้น การอัดตัวและขยายตัวเร็ว ทำให้เสียงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

จึงได้ว่า
$$v \propto \sqrt{T}$$

และสำหรับในอากาศนั้น เราสามารถหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ โดยอาศัย

สมการ
$$v = v_0 + 0.6 t \quad \text{หรือ} \quad v = 331 + 0.6 t$$

เมื่อ $v_0 =$ อัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิ $0^\circ\text{C} = 331 \text{ m/s}$

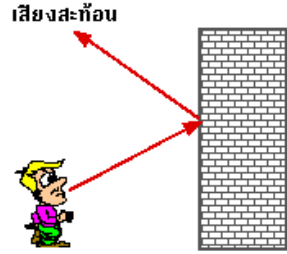
$t =$ อุณหภูมิ ($^\circ\text{C}$)

- แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 Hz วางไว้ในอากาศที่อุณหภูมิ 25°C อยากรทราบว่ายาวคลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้จะมี ความยาวคลื่นเท่าไร

วิธีทำ

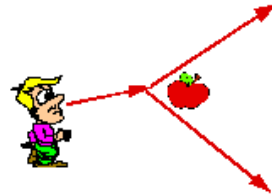
การสะท้อนของเสียง

เมื่อเสียงไปตกกระทบวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นเสียง เสียงจะสะท้อนออกจากวัตถุนั้นได้

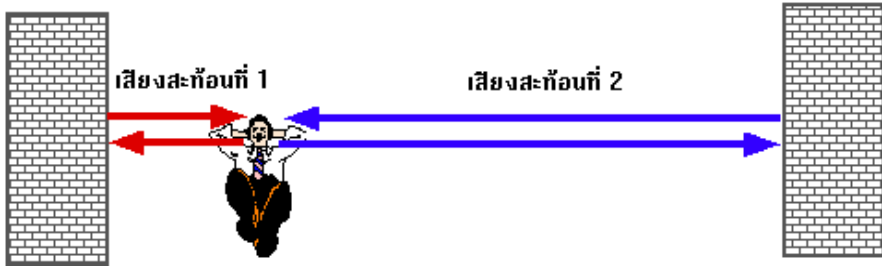


เพิ่มเติม

1) หากวัตถุมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นเสียง เมื่อเสียงตกกระทบ จะเลี้ยวอ้อมไปทางอื่นไม่สะท้อนออกมา



2) หากมีเสียงสะท้อนจากหลายแหล่งมาถึงผู้ฟังในช่วงเวลาที่ต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที จะทำให้ได้ยินเสียงสะท้อนหลายเสียง เรียกว่า เกิดเสียงก้อง



2(มช 51) จงหาขนาดเล็ที่สุดของปลาในหน่วยเซนติเมตรที่ระบบโซนาร์ความถี่ 20 kHz สามารถตรวจจับได้ ถ้าความเร็วเสียงในน้ำทะเลมีค่าเท่ากับ 1,500 m/s

- 1. 7.5
- 2. 15
- 3. 75
- 4. 130

วิธีทำ

3. เรือลำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในทะเลได้ส่งคลื่นสัญญาณเสียงลงไปใต้น้ำทะเล และ ได้รับสัญญาณเสียงนั้นกลับมาในเวลา 0.6 วินาที เมื่ออัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลมีค่า 1500 เมตร/วินาที ทะเล ณ บริเวณนี้ลึกเท่าไร

วิธีทำ

การหักเหของเสียง

จากกฎของสเนลจะได้ว่า

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = n_{21}$$

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_{21} คือ ค่าคงที่ เรียกชื่อว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1

4. เสียงระเบิดใต้น้ำ หักเหขึ้นสู่อากาศโดยมีมุมตกกระทบ 30° จงหามุมหักเหที่ออกสู่อากาศ ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศและในน้ำเป็น 350 และ 1400 เมตร/วินาที ตามลำดับ

วิธีทำ

5. อากาศบริเวณ X ที่อุณหภูมิ 27°C บริเวณ Y มีอุณหภูมิ 21°C จงหาว่า

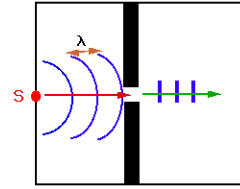
ก. ดัชนีหักเหของตัวกลาง Y เมื่อเทียบกับตัวกลาง X เป็นเท่าใด

ข. ถ้าในตัวกลาง Y เสียงมีอัตราเร็ว 342 m/s ในตัวกลาง X เสียงจะมีอัตราเร็วเท่าใด

วิธีทำ

การเลี้ยวเบนของเสียง

การเลี้ยวเบนจะเกิดได้ดี เมื่อช่องแคบมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น หรือความยาวคลื่นต้องใหญ่กว่าช่องแคบ นั่นเอง



6. คลื่นเสียงหนึ่งผ่านเข้าทางช่องหน้าต่างกว้าง 0.8 เมตร ในแนวตั้งฉาก ผู้ฟังที่อยู่ข้างหน้าต่างจะได้ยินเสียงชัดเจน ถ้าขณะนั้นอุณหภูมิของอากาศ 25°C จงหาความถี่ของเสียงนี้
- วิธีทำ

การแทรกสอดของเสียง

ในแนวเสริม หรือ แนวปฏิบัพ คลื่นเสียงมีการเสริมกัน จึงมีเสียงดังกว่าปกติ
ในแนวหักล้าง หรือ แนวบัพ คลื่นเสียงมีการหักล้างกัน จึงมีเสียงเบากว่าปกติ

สูตรคำนวณสำหรับแนวปฏิบัพลำดับที่ n (A_n)

$$\begin{aligned} |S_1P - S_2P| &= n\lambda \\ d \sin \theta &= n\lambda \end{aligned}$$

เมื่อ P คือ จุดซึ่งอยู่บนแนวปฏิบัพลำดับที่ n (A_n)

S_1P คือ ระยะจาก S_1 ถึง P

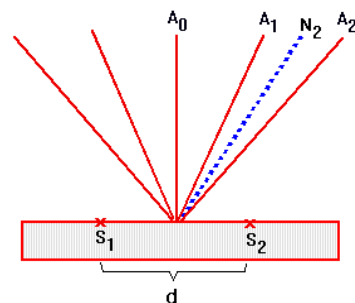
S_2P คือ ระยะจาก S_2 ถึง P

λ คือ ความยาวคลื่น (m)

n คือ ลำดับที่ของปฏิบัพนั้น

d คือ ระยะห่างจาก S_1 ถึง S_2

θ คือ มุมที่วัดจาก A_0 ถึง A_n



สูตรคำนวณสำหรับแนวับพลาดับที่ n (N_n)

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

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

เมื่อ n คือ ลำดับที่ของแนวับพลาดับนั้น

7. S_1 และ S_2 เป็นลำโพงสองตัว วางห่างกัน 3 เมตร ในที่โล่ง Q เป็นผู้ฟังอยู่ห่างจาก S_1 5 เมตร และห่างจาก S_2 4 เมตร เสียงความถี่ต่ำสุดที่หักล้างกันทำให้ Q ได้ยินเสียงเบาที่สุดจะเป็นเท่าใด ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเป็น 340 เมตร/วินาที

วิธีทำ

ความเข้มเสียง และ ระดับความเข้มเสียง

ความเข้มเสียง

เสียงที่ออกมาจากจุดกำเนิดจะมีลักษณะแผ่ออกเป็นทรงกลมคล้ายลูกบอล กว้างออกไปเรื่อย ๆ ความเข้มเสียง (I) คือ อัตราส่วนของกำลังเสียง ต่อ พื้นที่ที่เสียงกระจายออกไป

$$I = \frac{P}{A}$$

หรือ

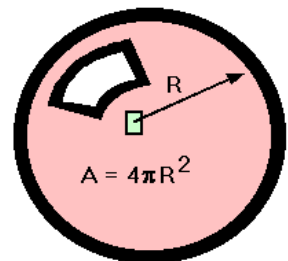
$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

เมื่อ I = ความเข้มเสียง (วัตต์/ตารางเมตร)

P = กำลังเสียง (วัตต์)

A = พื้นที่ (ตารางเมตร)

R = รัศมีวงกลม (เมตร)



โปรดทราบ ① ความเข้มเสียงมากที่สุดที่หูคนเราทนฟังได้ 1 W/m^2

② ความเข้มเสียงน้อยที่สุดที่คนเราได้ยินคือ 10^{-12} W/m^2 เราใช้สัญลักษณ์ I_0

③ ถ้าเรานำความเข้มที่จุดใด ๆ หารด้วย I_0 ผลที่ได้เรียกว่า ความเข้มสัมพัทธ์

ดังนั้น

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

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

วิธีทำ

9(มข 39) สมมติว่ายุงตัวหนึ่ง ๆ โดยเฉลี่ยแล้วเวลาบินทำให้เกิดเสียงหนึ่ง ๆ ที่มีกำลัง 3.14×10^{-14} วัตต์ ขณะที่ยุงบินจากระยะไกลเข้าหาเด็กคนหนึ่ง เด็กคนนี้จะเริ่มได้ยินเสียงยุง เมื่อยุงอยู่ที่ระยะห่างจากเขาก็เช่นใดเมตร ถ้าเสียงเบาที่สุด ที่เขาสามารถได้ยินมีความเข้ม 10^{-12} W/m^2

1. 5

2. 10

3. 25

4. 40

วิธีทำ

ระดับความเข้มเสียง

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

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

$$\beta = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

เมื่อ β คือ ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล , dB)

I คือ ความเข้มเสียง (วัตต์/ตารางเมตร)

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

หมายเหตุ

1. $\log 10 = 1$

2. $\log M^x = x \log M$ เช่น $\log 10^5 = 5 \log 10 = 5(1) = 5$

3. $\log x = \log y$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$

10. ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งวัดค่าความเข้มเสียงได้ 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร ณ ตำแหน่งนี้จะมีค่าระดับความเข้มเสียงเท่าใด

วิธีทำ

11. จงหาระดับความเข้มเสียง เสียงเมื่อผู้ฟังอยู่ห่างจากวิทยุ 1 เมตร เมื่อกำลังเสียงของวิทยุ เท่ากับ $4\pi \times 10^{-3}$ วัตต์

วิธีทำ

12(มข 43) เสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 80 เดซิเบล จะมีความเข้มเสียงในหน่วย W/m^2 เท่าใด

1. 10^{-2}

2. 10^{-4}

3. 10^{-6}

4. 10^{-8}

วิธีทำ

13(มข 35) ในการแสดงกลางแจ้ง ถ้าต้องการให้ผู้ชมที่อยู่ห่างจากเวที 1 กิโลเมตร ได้ยินเสียงที่ระดับความเข้มเสียง 70 เดซิเบล ควรใช้ลำโพงที่มีกำลังเสียงเท่าใด

ก. 90.7 วัตต์

ข. 100.5 วัตต์

ค. 125.7 วัตต์

ง. 150.5 วัตต์

วิธีทำ

สูตรเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับความเข้มเสียง

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{P_2 R_1^2}{P_1 R_2^2}$$

เมื่อ β_1, β_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)

14(มข 31) ลำโพง 1 ตัว ให้เสียงที่ระดับความเข้มของเสียง 60 dB ถ้าใช้ลำโพงชนิดเดียวกัน 10 ตัว จะให้ความเข้มของเสียงกี่ dB

ก. 600 dB

ข. 100 dB

ค. 70 dB

ง. 60 dB

วิธีทำ

15(A-net 50) ระดับเสียงจากการทำงานของเครื่องจักร 5 เครื่องมีค่าเป็น 100 เดซิเบล ถ้าเดินเครื่องจักรเพียง 1 เครื่อง ระดับเสียงใหม่จะเป็นเท่าใด

1. 93 dB

2. 83 dB

3. 60 dB

4. 20 dB

วิธีทำ

16(มข 36) เมื่อวัดระดับความเข้มเสียง ที่คนงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้รับ เมื่ออยู่ห่างจาก เครื่องจักร 5 เมตร วัดระดับความเข้มเสียงได้ 70 เดซิเบล เมื่อมีคำสั่งให้เขาต้องเข้ามาดูแล การทำงานของเครื่องจักร ณ ตำแหน่งที่ห่างเพียงครึ่งเมตร เขาจะได้รับระดับความเข้มเสียง เป็นกี่เดซิเบล

วิธีทำ

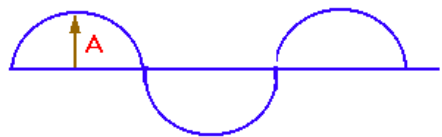
เสียงดนตรี และ บีสท์ของเสียง

ความดังเบาของเสียง

ความดังหรือเบาของเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง

ถ้าคลื่นเสียงมีแอมพลิจูดสูง เสียงจะดัง

ถ้าคลื่นเสียงมีแอมพลิจูดต่ำ เสียงจะเบา



ระดับเสียง (ความหึ่มแหลมของเสียง)

ความหึ่ม แหลม ของเสียงจะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียง

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่สูง เสียงจะแหลม เรียกว่า **ระดับเสียงสูง**

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำ เสียงจะหึ่ม เรียกว่า **ระดับเสียงต่ำ**

ช่วงความถี่ของเสียงที่หูคนปกติจะได้ยิน คือ ช่วง 20 – 20000 Hz เท่านั้น

เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 Hz ลงไปเรียก Infra Sonic

เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20000 Hz ขึ้นไปเรียก Ultra Sonic

หูคนปกติจะไม่ได้ยินเสียงพวกนี้

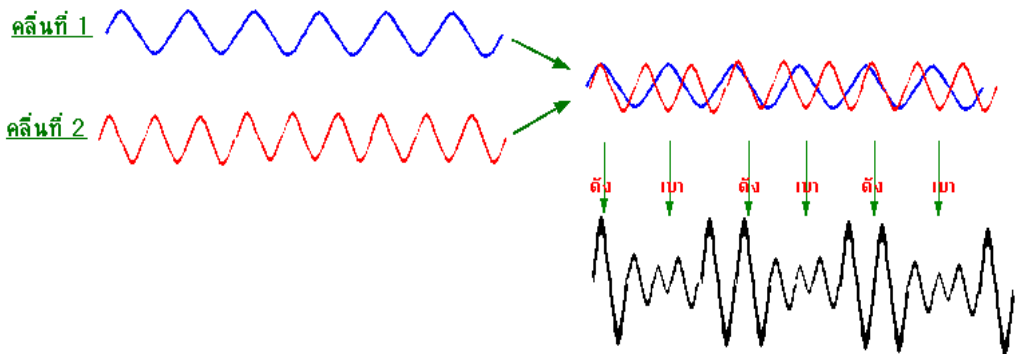
คุณภาพเสียง

เวลาเราฟังเสียงเครื่องดนตรีหลาย ๆ ชนิด เช่น ขลุ่ย และเปียโน ซึ่งเล่นโน้ตตัวเดียวกันพร้อม ๆ กัน แต่เรายังสามารถแยกออกได้ว่า เสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย เสียงใดเป็นเสียงเปียโน ทั้งนี้เพราะเสียงทั้งสองจะมีลักษณะที่ต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะเสียงแต่ละเสียงจะมี Higher Harmonic และความเข้มสัมพัทธ์ของแต่ละ Harmonic ไม่เท่ากัน จึงทำให้เสียงแต่ละเสียงมีลักษณะที่ต่างกัน ลักษณะของเสียงเราเรียกว่าคุณภาพเสียง

ตัวอย่างสมมุติ	90%	4%	4%	1%	1%
เสียงขลุ่ย	โด	โด'	โด''	โด'''	โด''''
เสียงเปียโน	โด	โด'	โด''		
	95%	3%	2%		

บีตส์ของเสียง

หากมีคลื่นเสียง 2 คลื่น ซึ่งมีความถี่ต่างกันเล็กน้อยเข้ามาปนกัน คลื่นทั้งสองจะเกิดการแทรกสอดกันเอง แล้วจะได้คลื่นรวมที่มีอัมพลิจูดสูงต่ำสลับกันไป เสียงที่เกิดจากคลื่นรวมจะมีลักษณะดังสลับกับเบา ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า บีตส์ของเสียง



จำนวนครั้งที่เสียงดังใน 1 หน่วยเวลาเรียก **ความถี่บีตส์** ซึ่งหาจาก

$$f_B = |f_1 - f_2|$$

เมื่อ f_1 คือ ความถี่เสียงที่ 1

f_2 คือ ความถี่เสียงที่ 2

และ ความถี่คลื่นเสียงรวมหาจาก

$$f_{\text{รวม}} = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

ปกติแล้ว หูคนเราจะได้ยินเสียงบีตส์ที่มีความถี่ไม่เกิน 7 Hz

17. สมบัติของเสียงข้อใดที่มีผลต่อความดังของเสียงมากที่สุด

- ก. ความยาวคลื่น ข. ความถี่ ค. อัมพลิจูด ง. ความเร็วคลื่น

ตอบ

18(มข 37) ความถี่ของคลื่นเสียงที่ระดับความเข้มเสียง 70 เดซิเบล ที่หูของคนปกติไม่สามารถได้ยิน คือ

1. 30 2. 1000 3. 10000 4. 30000

ตอบ

19(มข 44) แหล่งกำเนิดเสียงหลายชนิดทำให้เกิดเสียงที่มีความถี่เท่ากัน สิ่งใดจะสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดของเสียงเหล่านี้

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

ตอบ

20(มข 48) เสียงดนตรีมีความไพเราะและมีความแตกต่างกันตามชนิดและประเภทเครื่องดนตรีเนื่องจากอะไร

1. ระดับความเข้มเสียงต่างกัน 2. ระดับเสียงที่ต่างกัน
3. การสั่นพ้องและการรับฟังของหูต่างกัน 4. คุณภาพเสียงต่างกัน

ตอบ

21(En 40) ในการปรับเสียงของเปียโนระดับเสียง C โดยเทียบกับส้อมเสียงความถี่ 256.0 Hz ถ้าได้ยินเสียงบีตส์ความถี่ 3.0 ครั้ง/วินาที ความถี่ที่เป็นไปได้ของเปียโนมีค่าเท่าใด

1. 256 Hz 2. 254.5 หรือ 257.5 Hz
3. 253 หรือ 259 Hz 4. 250 หรือ 262 Hz

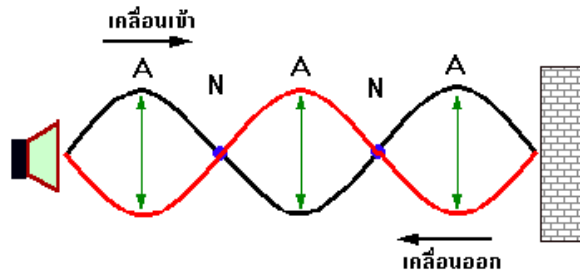
วิธีทำ

คลื่นนิ่ง และการสั่นพ้อง

คลื่นนิ่ง

คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์แทรกสอดของคลื่นเสียงที่ตกกระทบ กับคลื่นเสียงที่สะท้อน จากตัวกลาง ทำให้เกิดตำแหน่งเสียงดังและเสียงค่อยสลับกันไป

ตำแหน่งเสียงดัง เรียกว่า **ปฏิบัพ (A)** และ ตำแหน่งเสียงค่อย เรียกว่า **บัพ (N)**



22(มข 40) ลำโพง A และ B ในรูปมีกำลัง

และสมบัติอื่น ๆ เหมือนกันทุกประการ

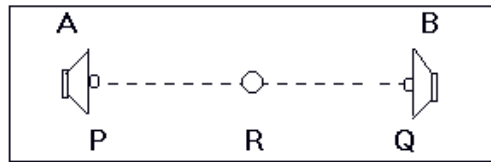
ถ้า A และ B ต่างกำลังส่งสัญญาณเสียง

เป็นรายการเพลงที่ กำลังออกอากาศ ทาง

สถานีวิทยุแห่งหนึ่งโดยสัญญาณที่ป้อนเข้าสู่ลำโพงทั้งสองนี้เหมือนกันทุกประการตลอดเวลา

ความเข้มเสียงที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนแนวแกน (แนวเส้นตรง PQ) ที่เชื่อมระหว่างลำโพงทั้งสอง

นี้จะมี ลักษณะเป็นอย่างไร



1. มีค่าต่ำสุดที่ R ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างลำโพง A และ B พอดี
2. มีค่าสม่ำเสมอเท่ากันตลอด
3. มีค่าสูงสุดที่ R
4. มีค่าเป็นศูนย์ที่บางตำแหน่งระหว่าง P และ Q

ตอบ

การสั่นพ้องของเสียง (Resonance)

เมื่อเราส่งคลื่นเสียงเข้าไปในท่อปลายตัน เสียงที่ส่งเข้าไปนั้นจะไปกระทบผนังด้านใน คลื่นเสียงนั้นจะเกิดการสะท้อนออกมา แล้วมาแทรกสอดกับคลื่นที่เข้าไปเกิดเป็นคลื่นนิ่งและ หากตรงตำแหน่งปากท่อเป็นแนวปฏิบัพของคลื่นนิ่งนั้น จะทำให้โมเลกุลตัวกลาง(อากาศ) สั่น สะเทือนอย่างรุนแรงกว่าปกติทำให้เสียงที่ออกมาจากท่อนั้น ดังกว่าปกติเช่นกัน

ปรากฏการณ์ที่มีเสียงดัง อันเกิดจาก
อนุภาคตัวกลางสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงเช่น
นี้ เรียกว่าการสั่นพ้องของเสียง (กำทอน)

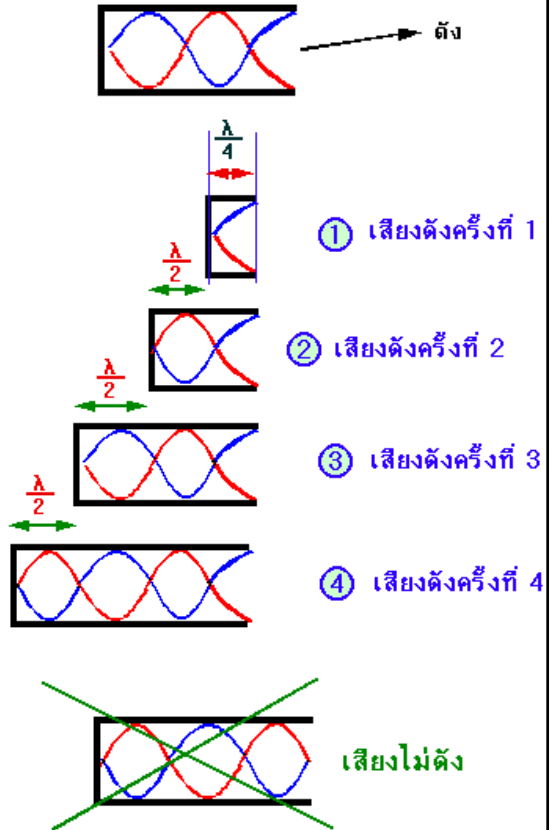
ควรทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสั่นพ้อง

ประการที่ 1 ท่อที่ทำให้เกิดเสียงดัง จะต้อง
เป็นท่อที่มีความพอดีที่จะทำให้ปากท่ออยู่
ตรงกับแนวปฏิบัติของคลื่นนิ่งพอดี หาก
ปากท่อตรงกับแนวบีบจะไม่เกิดเสียงดัง
ดังแสดงในรูปภาพ

และที่สำคัญ

ความยาวที่ทำให้เกิดสั่นพ้องแต่ละครั้ง
ที่อยู่ติดกัน จะอยู่ห่างกัน = $\frac{\lambda}{2}$

ความยาวจากปากท่อถึงจุดที่เกิดสั่นพ้อง
ครั้งแรก จะมีความยาว = $\frac{\lambda}{4}$



ประการที่ 2 หากมีท่อปลายตัน มีความยาวขนาดหนึ่ง หากเราปรับความถี่ของเสียงที่เป่า
เข้าไปให้เหมาะสม อาจทำให้เกิดการสั่นพ้องได้เช่นกัน ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องนั้น
คำนวณได้จาก $f = \frac{nv}{4L}$

เมื่อ f คือ ความถี่เสียงที่เป่าเข้าไปแล้วทำให้เกิดการสั่นพ้อง

v คือ ความเร็วเสียง m/s

L คือ ความยาวลำอากาศ หรือ ความยาวท่อกำทอน (m)

n คือ จำนวนเต็มบวกคือ คือ 1, 3, 5, 7, 9, ...

ถ้า $n = 1$ ความถี่ที่ได้จะทำให้เกิดเสียงดังครั้งแรก เรียกความถี่นี้ว่า ความถี่มูลฐาน
หรือ Harmonic ที่ 1

ถ้า $n = 3$ ความถี่ที่ได้จะทำให้เกิดเสียงดังครั้งที่ 2 เรียกความถี่นี้ว่า Harmonic ที่ 2

ถ้า $n = 5$ ความถี่ที่ได้จะทำให้เกิดเสียงดังครั้งที่ 3 เรียกความถี่นี้ว่า Harmonic ที่ 3

หมายเหตุ สูตรนี้ใช้สำหรับท่อปลายตัน (คือ ท่อที่มีปลายด้านหนึ่งปิดไว้)

23. จากการทดลองปรากฏว่า ถ้าเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 346 เฮิรตซ์ หน้าหลอดเรโซแนนซ์ จะเกิดการสั่นพ้องของเสียงครั้งแรกที่ระยะ 25 เซนติเมตร อุณหภูมิของอากาศขณะนั้นที่ องศาเซลเซียส

วิธีทำ

24. จากการทดลองการสั่นพ้องของเสียง ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 1000 เฮิรตซ์ และทำการทดลองในขณะที่มีอุณหภูมิ 15°C อยากทราบว่าตำแหน่งของลูกสูบที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องของเสียง 2 ครั้งต่อเนื่องกัน จะห่างกันเท่าใด

วิธีทำ

25(มช 40) โดยปกติคลื่นเสียงจะเข้าสู่ระบบการรับฟังเสียงของหูคนเราโดยผ่านช่องรูหู (ear canal) ไปตกกระทบเยื่อแก้วหูที่ปลายช่องรูหูซึ่งจะสั่นตามจังหวะของคลื่นเสียงนั้น ช่องรูหูจึงเป็น ค่านแรกที่ช่วยขยายสัญญาณเสียงที่ผ่านเข้าไป ถ้าความยาวของช่องรูหูของคนทั่วไปมีค่าประมาณ 2.5 เซนติเมตร แสดงว่าคนเราควรจะได้รับฟังเสียง ความถี่ ประมาณกี่เฮิรตซ์ได้ไวเป็นพิเศษ (ให้ $V_{\text{เสียง}} = 350 \text{ m/s}$)

1. 3000

2. 3500

3. 4600

4. 700

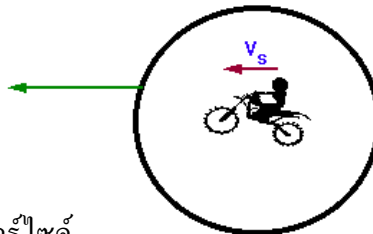
วิธีทำ

เสียงกระจายออกจากเปียโน



ขับรถหนีออก เสมือนลากความยาวคลื่นเสียงให้ยืดยาวออก จะทำให้ความถี่เสียงลดลง และได้ยินเสียงทุ้มลง

ขับรถเข้า เสมือนกดความยาวคลื่นเสียงให้สั้นลง จะทำให้ความถี่เสียงเพิ่มขึ้น และได้ยินเสียงแหลมขึ้น เสียงแตรออกจากมอเตอร์ไซด์



หากความเร็วรถยนต์น้อยกว่า มอเตอร์ไซด์ เสมือนว่าความยาวคลื่นเสียงถูกมอเตอร์ไซด์กดดันเข้ามา ทำให้ความยาวคลื่นลดลง ความถี่มากขึ้น เสียงที่ได้ยินจะแหลม

หากความเร็วรถยนต์ มากกว่า มอเตอร์ไซด์ เสมือนว่าความยาวคลื่นเสียง ถูกรถยนต์ดึงให้ยืด ทำให้ความยาวคลื่นยาวขึ้น ความถี่ลดลง เสียงที่ได้ยินจะทุ้ม

28(มข 29) ผู้โดยสารรถไฟสังเกตเห็นว่า ขณะที่เขายืนหยุดอยู่บนชานชลาเสียงหวูดรถไฟที่จอดนิ่งมีความถี่ต่างจากเสียงหวูด ขณะที่รถไฟวิ่งออกจากชานชลา ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า

- ก. การแทรกสอด
ค. การหักเห

- ข. การเลี้ยวเบน
ง. ดอปเปลอร์

ตอบ

29(มข 33) ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ของเสียงแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง

- ก. มลภาวะเสียง ข. ความเข้มเสียง ค. ความดังเสียง ง. ระดับเสียง

ตอบ

30(En 42/2) ในขณะที่แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ในอากาศหนึ่ง ข้อใดต่อไปนี้ถูก

1. ความยาวคลื่นเสียงที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะสั้นกว่าความยาวคลื่นเสียงที่อยู่ด้านหลังแหล่งกำเนิด
2. ความถี่เสียงที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะต่ำกว่าความถี่เสียงที่อยู่ด้านหลังแหล่งกำเนิด
3. ความเร็วเสียงด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะสูงกว่าความเร็วเสียงด้านหลังแหล่งกำเนิด
4. ความเร็วเสียงด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะต่ำกว่าความเร็วเสียงด้านหลังแหล่งกำเนิด

ตอบ

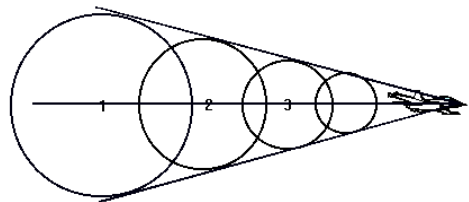
31(มข 35) รถมอเตอร์ไซด์คันหนึ่งแล่นตามหลังรถยนต์คันหนึ่งไปบนถนนตรงความเร็ว ของรถยนต์เป็นสองเท่าของมอเตอร์ไซด์ ถ้าคนขี่มอเตอร์ไซด์บีบแตรด้วยความถี่ 500 เฮิรตซ์

- ก. คนขับรถยนต์ได้ยินเสียงความถี่ต่ำกว่า 500 เฮิรตซ์ แต่คนขี่มอเตอร์ไซด์ได้ยินเสียงความถี่ 500 เฮิรตซ์
- ข. คนขับรถยนต์ได้ยินเสียงความถี่สูงกว่า 500 เฮิรตซ์ แต่คนขี่มอเตอร์ไซด์ได้ยินเสียงความถี่ 500 เฮิรตซ์
- ค. คนขับรถยนต์ และคนขี่มอเตอร์ไซด์ ได้ยินเสียงความถี่เดียวกัน
- ง. คนขับรถยนต์ได้ยินเสียงความถี่สูงกว่าคนขี่มอเตอร์ไซด์ได้ยิน

ตอบ

คลื่นกระแทก

ถ้าแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่เร็วกว่าเสียง เรียกว่า Supersonic Speed จะเกิดปรากฏการณ์ดังรูป ลักษณะนี้เรียกว่า เกิดคลื่นกระแทกขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดเสียงดังมากเหมือนกับระเบิด และเกิดแรง



ดันขึ้นอย่างมหาศาล เรียกว่า Sonic boom เช่น ในกรณีที่เครื่องบินด้วยความเร็วมากกว่าเสียง แรงดันที่เกิดขึ้นนี้อาจทำให้กระจกหน้าต่างแตกได้

32. เสียง Sonic boom เป็นเสียงที่เกิดจาก

- ก. แหล่งกำเนิดทั่วไปที่หยุดนิ่ง
- ข. แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่แต่ช้ากว่าความเร็วคลื่น
- ค. แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับเสียง
- ง. แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่เร็วกว่าความเร็วเสียง

ตอบ

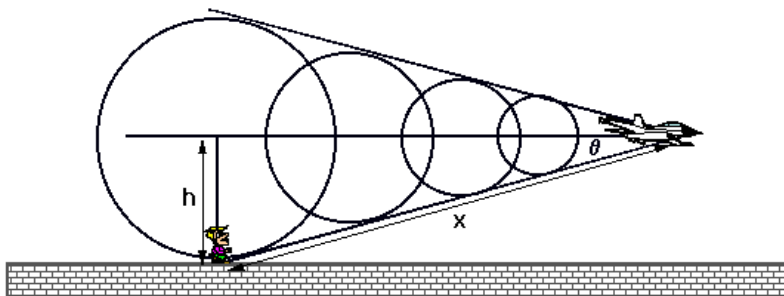
33. ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงและแสงมีอัตราเร็วเท่าไรก็ได้ไม่จำกัด จะมีปรากฏการณ์เกิดขึ้นคือ

- 1. คอปเปิลอร์
- 2. คลื่นกระแทก

คำตอบที่ถูกต้องคือ

- 1. ทั้งเสียงและแสงแสดง 1 และ 2
- 2. เฉพาะเสียงแสดง 1 และ 2
- 3. เสียงแสดง 1 และ 2 แต่แสงแสดงเฉพาะ 1
- 4. เสียงแสดง 1 และ 2 แต่แสงแสดงเฉพาะ 2

ตอบ



จากรูปของคลื่นกระแทกจะได้ว่า

$$\sin\theta = \frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{M} = \frac{h}{x}$$

เมื่อ θ = มุมครึ่งหนึ่งของยอดกรวยเสียง

V_o = ความเร็วเสียง (m/s)

V_s = อัตราเร็วแหล่งกำเนิดเสียง (m/s)

M = เลขมัค คือ จำนวนเท่าตัวของความเร็วเสียง

h = ความสูงจากพื้นดินถึงเพดานบิน

x = ระยะจากจุดสังเกตถึงแหล่งกำเนิดเสียง ตอนที่ได้ยินเสียงพอดี

34. เครื่องบิน บินด้วยอัตราเร็ว 1.5 Mach เหนือระดับพื้นดิน 3 กิโลเมตร คนจะได้ยินเสียงเครื่องบิน เมื่อเครื่องบิน บินอยู่ห่างคนเท่าใด

วิธีทำ

35(En 21) เครื่องบิน บินด้วยอัตราเร็ว 510 เมตร/วินาที ในแนวระดับซึ่งสูงจากพื้นดิน 6 กิโลเมตร ชายคนนั้นยืนอยู่บนถนนจะได้ยินเสียงเครื่องบิน เมื่อเครื่องบินอยู่ห่างจากชายผู้นั้น เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร (กำหนดอัตราเร็วของเสียง = 340 เมตร/วินาที)

ก. 6

ข. 6.7

ค. 9

ง. 12

วิธีทำ