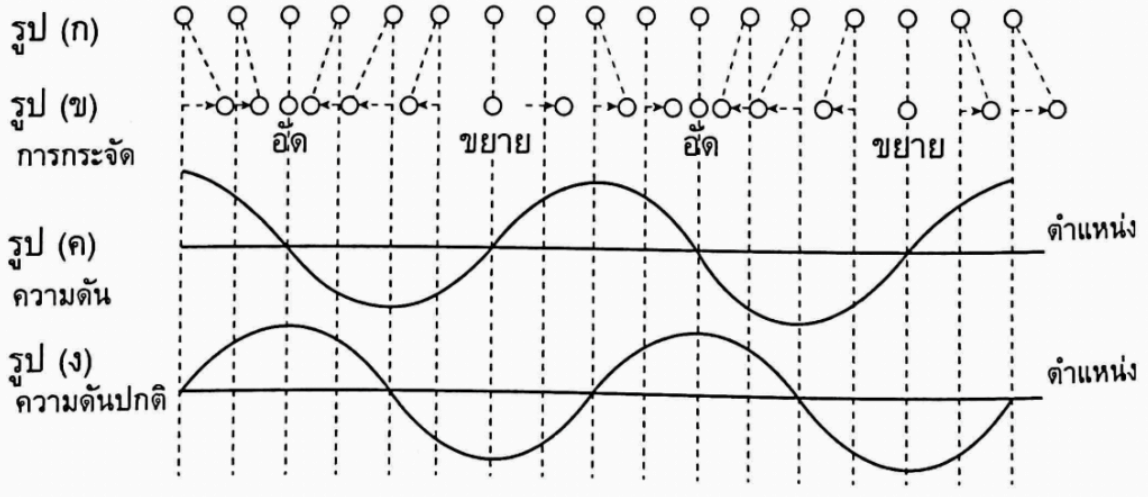
เสียง

การเกิดคลื่นเสียงและการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง

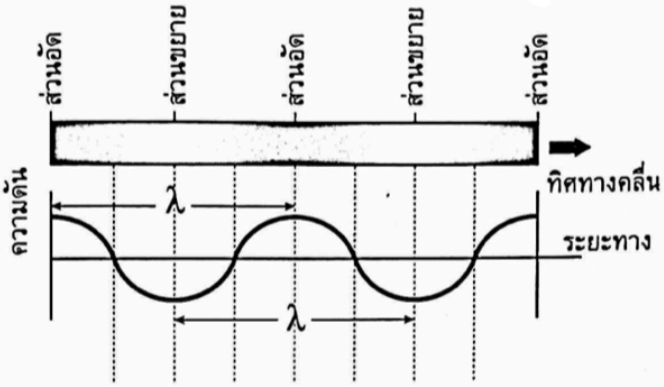
คลื่นเสียง เกิดจากการสั่นของวัตถุ พลังงานจากการสั่นของวัตถุจะถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของตัวกลางทำให้โมเลกุลของตัวกลางสั่น แล้วถ่ายโอนพลังงานที่ได้รับแก่โมเลกุลถัดไป มีผลให้คลื่นเสียงแผ่กระจายออกไปโดยรอบแหล่งกำเนิดโดยโมเลกุลของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น หลังจากที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปแล้วโมเลกุลของตัวกลางแต่ละตำแหน่งจะยังอยู่ที่เดิม ในการสั่นของโมเลกุลของตัวกลางขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน จะมีการสั่นแบบซิมเปิลฮาร์มอนิค ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ดังนั้น **คลื่นเสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว**

เมื่อพิจารณาโมเลกุลของอากาศ เมื่อมีคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน ระยะห่างระหว่างโมเลกุลจะเปลี่ยนไป ณ เวลาขณะใดขณะหนึ่งระยะห่างระหว่างโมเลกุลแต่ละโมเลกุลจะมีค่าต่าง ๆ กัน ส่วนของโมเลกุลที่อยู่ชิดกว่าปกติเรียกว่า **ส่วนอัด (compression)** ส่วนโมเลกุลที่อยู่ห่างกว่าปกติ เรียกว่า **ส่วนขยาย (rerefaction)**



อัตราเร็วของคลื่นเสียง

คลื่นเสียงเป็นคลื่นที่เกิดจากการสั่นของวัตถุ และการสั่นนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศด้วยความถี่เท่ากับความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ส่วนความยาวคลื่นเสียงอาจหาได้จากระยะห่างจากส่วนอัดของคลื่นถึงส่วนอัดที่ติดกันหรือระยะห่างจากส่วนขยายถึงส่วนขยายที่ติดกัน



เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นตามยาว ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ดังนั้นอัตราเร็วของเสียงจึงไม่คงที่ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางและสมบัติของตัวกลางได้แก่ ความหนาแน่น ความยืดหยุ่นของตัวกลาง และอุณหภูมิของตัวกลางนั้น ๆ เป็นต้น

ตาราง *อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 25 °C*

ตัวกลาง	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
อากาศ	346
ไฮโดรเจน	1,339
ปรอท	1,450
น้ำ	1,498
น้ำทะเล	1,531
แก้ว	4,540
อะลูมิเนียม	5,000
เหล็ก	5,200

การหาอัตราเร็วของเสียง ลักษณะต่าง ๆ

1. เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น ดังนั้นการหาอัตราเร็วของเสียงจึงเหมือนคลื่น คือ

$$v = \lambda f$$

เมื่อ λ คือ ความยาวคลื่นเสียง (m)

f คือ ความถี่คลื่นเสียง (Hz)

v คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียง (m/s)

2. เนื่องจากเสียงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ถ้าในตัวกลางเดียวกัน ณ อุณหภูมิเดียวกัน อัตราเร็วของคลื่นเสียงคงที่ ดังนั้น

$$v = \frac{S}{t}$$

เมื่อ S คือ ระยะทางที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ได้ (m)

t คือ เวลาที่คลื่นเสียงใช้ในการเคลื่อนที่ (s)

v คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียง (m/s)

3. เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศ อัตราเร็วของเสียงในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น หาได้จาก

$$v_t = 331 + 0.6t$$ (t แทนด้วยอุณหภูมิในหน่วย $^\circ C$ เลย)

t คือ อุณหภูมิของอากาศขณะนั้น โดยมีค่าไม่เกิน 45 $^\circ C$

v_t คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียง (m/s)

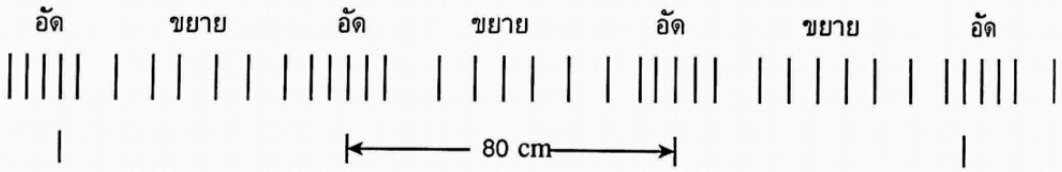
1. จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศ ณ อุณหภูมิ 15 $^\circ C$

2. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 Hz วางไว้ในอากาศที่อุณหภูมิ 25°C อยากทราบว่าคลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้จะมีความยาวคลื่นเท่าไร

3. ถ้าเห็นฟ้าแลบและได้ยินเสียงฟ้าร้องในเวลา 5 วินาที ต่อมา จงหาตำแหน่งที่ฟ้าแลบอยู่ไกลเท่าไร เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 เมตร/วินาที

4. แหล่งกำเนิดคลื่นเสียงสั่นด้วยความถี่ 170 เฮิรตซ์ ปล่อยเสียงออกไปในอากาศมีอัตราเร็ว 340 เมตร/วินาที จงหาระยะห่างระหว่างส่วนอัดกับส่วนขยายที่อยู่ใกล้กันที่สุด

5. ส้อมเสียงมีความถี่ 450 เฮิรตซ์ เมื่อเคาะให้ส้อมเสียงสั่นปรากฏว่าตำแหน่งโมเลกุลอากาศที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน ณ เวลาหนึ่ง เป็นดังรูป จงหาอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นมีค่าเท่าใด



1. 330 m/s
2. 340 m/s
3. 350 m/s
4. 360 m/s

นอกจากนี้ยังพบว่า การได้ยินยังขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียงอีกด้วย จากการศึกษาพบว่าความถี่ของเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินอยู่ในช่วง **20 ถึง 20,000 เฮิรตซ์**

เสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ลงไปเรียกว่า คลื่นใต้เสียงหรือคลื่นอินฟราโซนิค (infrasonic wave)

เสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ ขึ้นไปเรียกว่า คลื่นเหนือเสียงหรือคลื่น อัลทราโซนิค (ultrasonic wave)

เสียงทุ้ม (bass) เป็นเสียงที่มีระดับเสียงต่ำ หรือความถี่น้อย

เสียงแหลม (trebel) เป็นเสียงที่มีระดับเสียงสูงหรือความถี่มาก

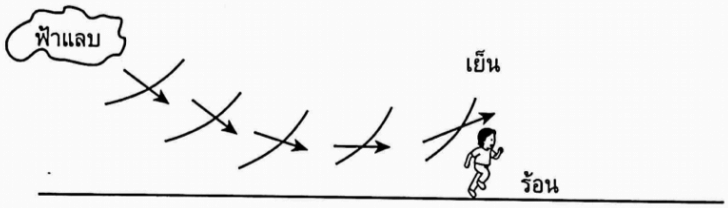
6. ชาวประมงส่งคลื่นโซนาร์ไปยังฝูงปลา พบว่าช่วงเวลาที่คลื่นออกไปจากเครื่องส่งจนกลับมาถึงเครื่องเป็น 1.0 วินาที พอดี จงหาว่าปลาอยู่ห่างจากเรือเท่าใด
(กำหนดให้ความเร็วของคลื่นในน้ำเป็น 1,500 เมตรต่อวินาที)

1. 250 m
2. 500 m
3. 750 m
4. 1,500 m

7. เรือลำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในทะเลได้ส่งคลื่นสัญญาณเสียงลงไปในน้ำทะเล และได้รับสัญญาณเสียงนั้นกลับมาในเวลา 0.6 วินาที เมื่ออัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลมีค่า 1500 เมตร/วินาที ทะเล ณ บริเวณนี้ลึกเท่าไร

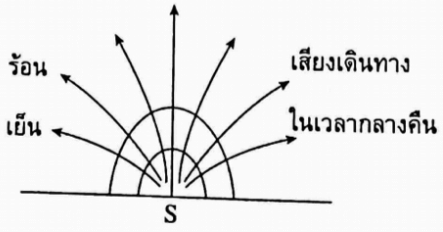
ปรากฏการณ์หักเหของเสียงในธรรมชาติ

1. การเกิดฟ้าแลบแล้วไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง เพราะว่าในขณะเกิดฟ้าแลบ ถ้าอากาศเบื้องบน มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศเบื้องล่าง ทำให้เสียงจากฟ้าแลบเคลื่อนที่จากอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูงกว่า ทิศของคลื่นเสียงจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก จึงทำให้ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง

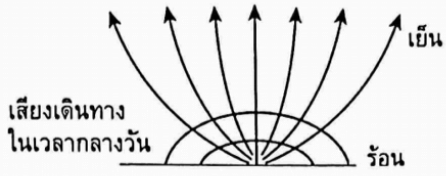


2. การได้ยินเสียงในเวลากลางคืนดังชัดเจนกว่าในเวลากลางวัน

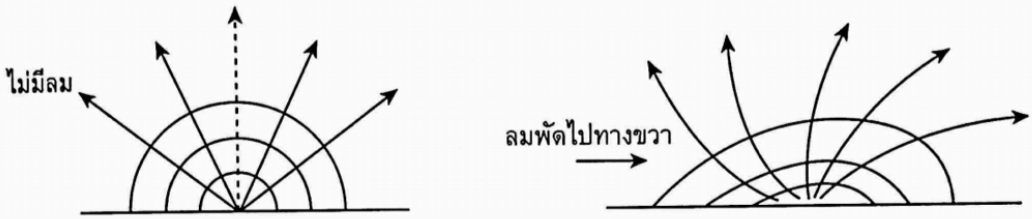
เวลากลางคืน อุณหภูมิของอากาศตอนล่างใกล้พื้นดินต่ำกว่าตอนบนเสียงที่เคลื่อนที่ขึ้นไปตอนบนจะหักเหลงสู่อากาศตอนล่างใกล้พื้นดิน ทำให้ผู้สังเกตที่พื้นดินไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดได้ยินเสียงชัดเจน



เวลากลางวัน อุณหภูมิของอากาศตอนล่างใกล้พื้นดินสูงกว่าตอนบน เสียงที่เคลื่อนที่ขึ้นไปตอนบนจะหักเหขึ้นสู่อากาศตอนบนเร็วขึ้น ทำให้ผู้สังเกตที่พื้นดินไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดได้ยินเสียงไม่ชัด หรือไม่ได้ยินเสียง



3. **การหักเหของเสียงเนื่องจากลม** เมื่อมีลมพัดจะทำให้ทิศทางของคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลงไป



ความเข้มเสียงและการได้ยิน

ความรู้สึกในการได้ยินเสียงของมนุษย์โดยทั่วไปแยกออกได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. **ความรู้สึกดัง-ค่อยของเสียง** ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นและความเข้มเสียง
2. **ความรู้สึกทุ้ม-แหลมของเสียง** ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง
3. **ความไพเราะของเสียง** ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียง

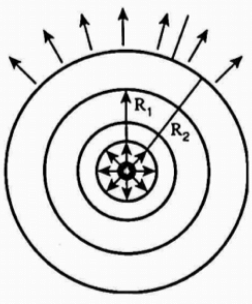
8. การที่คนเราได้ยินเสียงสูง (แหลม) หรือเสียงต่ำ (ทุ้ม) เนื่องจากสมบัติใดของเสียง

1. **ความดังของเสียง**
2. **ความเร็วของเสียง**
3. **ความถี่ของเสียง**
4. **ความยาวคลื่นของเสียง**

ความเข้มเสียง (Sound Intensity) "I"

ความเข้มเสียง เป็นตัวกำหนดความดัง-ค่อยของเสียง มีค่าขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่น ซึ่งกำหนดนิยามความเข้มเสียงไว้ดังนี้ **"ความเข้มเสียง ณ จุดใดๆ คือพลังงานของเสียงที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดในเวลาหนึ่งหน่วยตกกระทบพื้นที่ในแนวตั้งฉาก 1 ตารางหน่วย"**

เมื่อพิจารณาแหล่งกำเนิดเสียง (S) ที่เป็นจุดให้คลื่นเสียงออกมาทุกทิศทางโดยมีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม



E คือพลังงานเสียงที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดในเวลา t

t คือเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดไกล R

A คือพื้นที่ที่รองรับพลังงานเสียงทั้งหมดในเวลา t ซึ่งเป็นพื้นที่ผิวทรงกลมรัศมี $R = 4\pi R^2$

จากนิยามความเข้มเสียงเขียนเป็นสมการได้ว่า

$I = \frac{E/t}{A}$ (E/t คือกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง "P")

หรือ $$I = \frac{P}{A}$$

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุด หน้าคลื่นเสียงที่แผ่ออกมาเป็นรูปทรงกลม

$A = 4\pi R^2$

จึงได้ว่า $$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

เมื่อ I เป็นความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร

P เป็นกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง มีหน่วยเป็นวัตต์

R เป็นระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับตำแหน่งที่จะหาความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นเมตร

9. เสียงผ่านหน้าต่างในแนวตั้งฉาก มีค่าความเข้มเสียงที่ผ่านหน้าต่างเฉลี่ย 1.0×10^{-4} วัตต์ต่อตารางเมตร หน้าต่างกว้าง 100 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร กำลังเสียงที่ผ่านหน้าต่างมีค่าเท่าใด

1. 0.8×10^{-4} W
2. 1.2×10^{-4} W
3. 1.5×10^{-4} W
4. 8.0×10^{-4} W

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

11. แหล่งกำเนิดเสียงที่ให้กำลังเสียง $\pi \times 10^{-10}$ วัตต์ ผู้ฟังอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดเสียงมากที่สุดเท่าใดจึงพอจะได้ยินเสียง เมื่อความเข้มเสียงต่ำสุดที่ได้ยินเท่ากับ 10^{-12} วัตต์/ตารางเมตร

12. ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร มีความเข้มเสียง 2×10^{-8} วัตต์/ตารางเมตร ถ้าอีกตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเดียวกัน 5 เมตร จะมีความเข้มเสียงเท่าใด

13. ชายคนหนึ่งขณะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งเป็นระยะทาง 10 เมตร วัดความเข้มของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นได้ 10^{-8} วัตต์/ตารางเมตรอยากทราบว่าแหล่งกำเนิดเสียงนี้ให้กำลังเสียงออกมาเท่าไร

14. นาย ก และนาย ข เห็นพลุลูกหนึ่งแตกกลางอากาศเป็นมุมเงย 37 และ 53 องศา ตามลำดับ ความเข้มของเสียงพลุที่นาย ก ได้รับเป็นกี่เท่าของความเข้มของเสียงพลุที่นาย ข ได้รับ

15. แหล่งกำเนิดเสียงให้เสียงมีพลังงาน $4\pi \times 10^{-4}$ จูล ในเวลา 1 วินาที ถ้าอากาศดูดกลืนเสียง 20% ตลอดการเคลื่อนที่ จงหาความเข้มเสียงที่ตำแหน่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 20 เมตร

ระดับความเข้มเสียง (Sound Intensity level) "β "

นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดปริมาณที่จะบอกความดังของเสียงที่ได้ยิน คือ **ระดับความเข้มเสียง** "β" มีหน่วยเป็น**เดซิเบล** (decibel, **dB**)

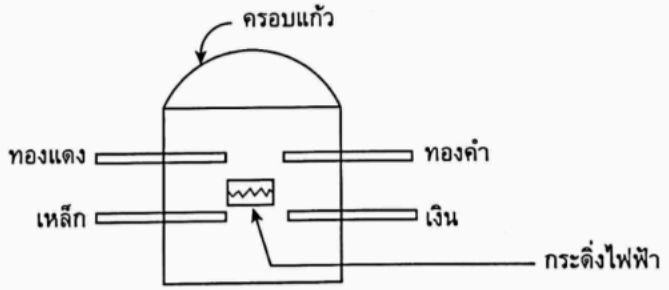
ระดับความเข้มเสียงต่ำที่สุดและสูงที่สุดที่หูมนุษย์ได้ยินอยู่ในช่วง 0 ถึง 120 เดซิเบลโดยถ้าระดับความเข้มเสียงต่ำกว่า 0 เดซิเบล หูมนุษย์จะไม่ได้ยินเสียงนั้น แต่ถ้าระดับความเข้มเสียงสูงกว่า 120 เดซิเบลจะเป็นอันตรายต่อหูผู้ฟัง

แหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังมากจะให้เสียงที่ดังกว่าแหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังน้อย เมื่อตำแหน่งรับฟังเสียงอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสองเท่ากัน

มลภาวะของเสียง (Sound Pollution)

เสียงที่มีระดับความเข้มสูง จะก่อให้เกิดความรู้สึกว่าเสียงนั้นดัง และถ้าเสียงนั้นดังมาก ก็อาจก่อให้เกิดความรำคาญ ทำให้สภาพร่างกายและจิตใจผิดปกติได้ ดังนั้นถือว่าเป็น มลภาวะของเสียง เนื่องจากเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูงเป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่ใกล้

1. **ข้อใดอธิบายลักษณะโมเลกุลของอากาศขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศ**
   1. จะเคลื่อนที่ไปพร้อมคลื่นในทิศทางเดียวกับคลื่น
   2. จะเคลื่อนที่ไปพร้อมคลื่นในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
   3. จะยังคงอยู่ ณ ตำแหน่งเดิม แต่มีการสั่นในทิศทางตั้งฉากกับคลื่น ทำให้โมเลกุลถูกอัดและขยายสลับกัน
   4. จะยังคงอยู่ ณ ตำแหน่งเดิม แต่มีการสั่นในทิศทางเดียวกับคลื่น ทำให้โมเลกุลถูกอัดและขยายสลับกัน
2. **ถ้านำแท่งทองคำ เงิน ทองแดง และเหล็กที่มีขนาดเท่ากันเสียบเข้าไปในครอบแก้วที่สูบอากาศออกหมดโดยให้ปลายโผล่เข้าไปในครอบแก้วเท่า ๆ กัน ดังรูป**



ถ้าวัดอัตราเร็วของเสียงด้วยเครื่องรับสัญญาณเสียงต่อเข้าที่ปลายแท่งโลหะทั้ง 4 ในขณะที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าให้กระดิ่งไฟฟ้าทำงาน
ข้อใดถูก
1. ได้ยินเสียงกระดิ่งดังออกมาจากครอบแก้ว
2. ไม่มีสัญญาณเกิดขึ้นกับเครื่องวัดที่โลหะทั้ง 4 ชนิด
3. แท่งทองคำรับสัญญาณได้เร็วกว่าแท่งโลหะอีก 3 ชนิด
4. มีสัญญาณเกิดขึ้นที่ปลายแท่งเหล็กเร็วกว่าโลหะอีก 3 ชนิด

3. **คลื่นเสียงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านบริเวณใด**
   1. กำแพงคอนกรีต
   2. น้ำทะเล
   3. อากาศแปรปรวน
   4. สุญญากาศ

4. **ล้อมเสียง A มีความถี่ 450 เฮิรตซ์ ให้เสียงมีอัตราเร็ว 336 เมตร/วินาที ผ่านอากาศ ถ้านำล้อมเสียง B มีความถี่ 500 เฮิรตซ์ มาเคาะให้สั่นจะให้เสียงมีอัตราเร็วเท่าใดเมื่อวางในบริเวณเดียวกับล้อมเสียง A**

1. 302.4 เมตร/วินาที
2. 320 เมตร/วินาที
3. 336 เมตร/วินาที
4. 373.3 เมตร/วินาที

5. **ในตอนเช้าวัดอัตราเร็วของเสียงในอากาศได้ 336 เมตร/วินาที พอตอนบ่ายวัดอัตราเร็วของเสียงในอากาศได้ 342 เมตร/วินาที อยากทราบว่าอุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงไปกี่องศาเซลเซียส**

1. 3.6
2. 6.0
3. 10.0
4. 18.0

6. **ส่วนอัดกับส่วนอัดที่ติดกันของคลื่นเสียงในอากาศวัดได้ 0.5 เมตร และแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 680 เฮิรตซ์ อยากทราบว่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นเป็นเท่าใด**

1. $10^{\circ}C$
2. $15^{\circ}C$
3. $20^{\circ}C$
4. $25^{\circ}C$

7. **จากการวัดระยะห่างของส่วนอัดและส่วนขยายที่อยู่ใกล้กันที่สุดของคลื่นเสียงได้ 25 เซนติเมตร ถ้าขณะนั้นอากาศมีอุณหภูมิ $20^{\circ}C$ อยากทราบว่าเสียงนั้นมีความถี่เท่าใด (ในหน่วยเฮิรตซ์)**

1. 171.5
2. 343
3. 514.5
4. 686

8. **อำพลยืนอยู่หน้าตึกแห่งหนึ่ง เมื่อเขาตะโกน เขาจะได้ยินเสียงสะท้อนของเขาหลังจากที่เวลาผ่านไป 0.5 วินาที จงหาว่าเขายืนห่างจากตึกเท่าไร (อัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 เมตร/วินาที)**

1. 85 เมตร
2. 170 เมตร
3. 255 เมตร
4. 340 เมตร

9. **คลื่นเหนือเสียงจากเครื่องโซนาร์ ส่งลงไปในน้ำทะเล มีความเร็ว 1500 เมตร/วินาที ปรากฏว่าได้รับเสียงสะท้อนกลับมาในเวลา 1.2 วินาที จงหาความลึกของทะเลบริเวณนั้นเป็นกี่เมตร**

1. 600
2. 900
3. 1200
4. 1800

10. การที่เกิดฟ้าแลบแล้วไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องเป็นเพราะสมบัติใดของเสียง

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

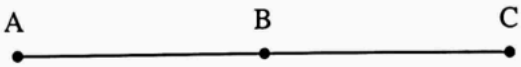
11. ข้อใดเป็นข้อที่ถูกเมื่อ ก และ ข เป็นคลื่นเสียงในอากาศ

(ก)

(ข)

1. ข มีเสียงสูงกว่า ก แต่ ก มีเสียงดังกว่า ข
2. ก มีเสียงสูงกว่า ข แต่ ข มีเสียงดังกว่า ก
3. ข มีเสียงสูงกว่า ก และมีเสียงดังกว่า ก ด้วย
4. ก มีเสียงสูงกว่า ข และมีเสียงดังกว่า ข ด้วย

12. A, B และ C อยู่ห่างกันช่วงละ 100 เมตร A เป่านกหวีด B และ C ฟังเสียง ข้อความต่อไปนี้



ก. B และ C รับเสียงมีความเข้มเท่ากัน

ข. B และ C ได้ยินเสียงด้วยความถี่เท่ากัน

ค. B ได้ยินเสียงด้วยความถี่สูงกว่า C เพราะอยู่ใกล้กว่า

ง. B ได้รับพลังงานเสียงมากกว่า C

ข้อใดถูก

1. ข้อ ก.
2. ข้อ ข.
3. ข้อ ข. และ ง.
4. ข้อ ค. และ ง.