

ตัวสมบายน สไตน์



ลุยโจทก์



เสียง
ไฟฟ้าสถิต
ไฟฟ้ากระแส

อ.ประสิทธิ์ จันดีภา

ฟิสิกส์ 4
เพิ่มเติม เล่ม 4

ฉบับปรับปรุงหลักสูตร 2560

ตัวสบบาย สไตน์ ลุยโจทกย์



เสียง
ไฟฟ้าสถิต
ไฟฟ้ากระแส

อ.ประสิทธิ์ จันดีภา

เตรียมสอบเข้า | PAT 2 | โจทย์ + เฉลยอย่างละเอียด
มหาวิทยาลัย

ราคา 259 บาท

ISBN 978-974-432-982-0

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

โดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต
ห้ามลอกเลียนแบบไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือ
เล่มนี้ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาต
เป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้จัดพิมพ์เท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ประสิทธิ์ จันตะภา.

ติวสบายสไตล์ลุยโจทย พิลิกส์ เล่ม 4.-- กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต, 2563.
396 หน้า.

1. พิลิกส์--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).
2. พิลิกส์--ข้อสอบและเฉลย. I. ชื่อเรื่อง.

530.076

ISBN 978-974-432-982-0

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย



หจก.สำนักพิมพ์ ภูมิบัณฑิต

143/173 ซ.อิสรภาพ 21 (ซ.วัดสังข์กระจาย) ถ.อิสรภาพ
แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กทม. 10600
โทร. 02-891-1539 , 465-7606 , 466-8555
โทรสาร 02-466-2979
นางเบญจวรรณ มณีฉาย ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

พิมพ์ที่ บริษัท ไอดี ออล ดิจิตอล พรินท์ จำกัด

52 ซอย เอกชัย 69 แขวงบางบอน เขตบางบอน
กรุงเทพมหานคร 10150 โทร. 028995429-35

www.ideol-print.com

สอบถามปัญหา/ข้อมูลอัพเดท



สำนักพิมพ์ ภูมิบัณฑิต



poombundi@yahoo.com

www.poombundi.co.th



คำนำ

หนังสือเล่มนี้ผู้แต่งมีจุดประสงค์หลักคือ ให้ผู้อ่านได้เข้าใจเนื้อหาพื้นฐานได้โดยง่าย รวดเร็ว และครอบคลุม อันจะทำให้ผู้อ่านเกิดความรักในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังนั้นการอธิบายเนื้อหาจึงเป็นไปอย่างกระชับแต่ครบถ้วน การเรียบเรียงลำดับโจทย์ จะทำให้ผู้อ่านสนุกที่ได้คิดได้ทำ โจทย์แต่ละข้ออย่างต่อเนื่องกันไป ตัวเลขส่วนมากผู้แต่งได้ปรับให้คำนวณได้อย่างลงตัว เพื่อลดความซับซ้อนโดยไม่จำเป็น ผู้อ่านจะได้ไม่เกิดความสับสน และเบื่อหน่าย

นอกจากการอ่านหนังสือเล่มนี้แล้ว ผู้อ่านยังสามารถเปิดดูคลิปวิดีโอการสอนของหนังสือเล่มนี้ ได้ที่ www.pec9.com หรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้แต่งได้ที่ www.facebook.com/prasitpec อีกทางหนึ่งด้วย

ด้วยรัก
จากผู้แต่ง

ปล : หากไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น การคำนวณในหนังสือเล่มนี้ให้ใช้ $g = 10 \text{ m/s}^2$

สารบัญ

บทที่ 12 เสียง	1
12.1 ธรรมชาติของเสียง	1
12.1.1 การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	1
12.1.2 อัตราเร็วเสียง	2
12.1.3 พฤติกรรมของเสียง	4
12.2 การได้ยินเสียง	11
12.2.1 ความเข้มเสียง	11
12.2.2 ระดับเสียง	13
12.2.3 ระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง	16
12.2.4 มลพิษทางเสียงและการป้องกัน	18
12.3 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง	19
12.3.1 คลื่นนิ่งของเสียง	19
12.3.2 การสั่นพ้องของอากาศในท่อ	20
12.3.3 บีต	25
12.3.4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	27
12.3.5 คลื่นกระแทก	32
ตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 12 เสียง ชุดที่ 1	35
ตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 12 เสียง ชุดที่ 2	48
เฉลย บทที่ 12 เสียง	57
เฉลยตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 12 เสียง ชุดที่ 1	80
เฉลยตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 12 เสียง ชุดที่ 2	101
บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต	119
13.1 ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต	119
13.1.1 ประจุไฟฟ้า	119

13.1.2 การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	120
13.1.3 อิเล็กโทรสโคป	121
13.2 กฎของคูลอมบ์	126
13.3 สนามไฟฟ้า.....	129
13.3.1 สนามไฟฟ้าของจุดประจุ	129
13.3.2 สนามไฟฟ้าของระบบประจุ	131
13.4 ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์	134
13.4.1 ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ	134
13.4.2 ศักย์ไฟฟ้าของระบบประจุ	137
13.5 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ	139
13.6 ตัวเก็บประจุ	146
13.6.1 หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ	146
13.6.2 ความจุของตัวเก็บประจุ	147
13.6.3 พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ	148
13.6.4 การต่อตัวเก็บประจุ	149
เฉลยโจทย์ทั่วไป บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต ชุดที่ 1	156
เฉลยโจทย์ทั่วไป บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต ชุดที่ 2	171
เฉลย บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต	182
เฉลยเฉลยโจทย์ทั่วไป บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต ชุดที่ 1	207
เฉลยเฉลยโจทย์ทั่วไป บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต ชุดที่ 2	232
บทที่ 14 ไฟฟ้ากระแส	255
14.1 กระแสไฟฟ้า	255
14.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์	259
14.2.1 กฎของโอห์มและความต้านทาน.....	259
14.2.2 สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า	260
14.2.3 ตัวต้านทาน	264

14.2.4 การต่อตัวต้านทาน	266
14.3 พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	273
14.4 แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	277
14.4.1 ค่าอีเอ็มเอฟ (emf) และการต่อแบตเตอรี่	277
14.4.2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	285
ตะลุมโจทยัทั่วย บทยั 14 ไฟฟักรัศสั ชุทยั 1	286
ตะลุมโจทยัทั่วย บทยั 14 ไฟฟักรัศสั ชุทยั 2	300
เฉลย บทยั 14 ไฟฟักรัศสั	310
เฉลยตะลุมโจทยัทั่วย บทยั 14 ไฟฟักรัศสั ชุทยั 1	338
เฉลยตะลุมโจทยัทั่วย บทยั 14 ไฟฟักรัศสั ชุทยั 2	367



“สอบติด” แอปเตรียมสอบ และแนะแนวการศึกษาที่ดีที่สุด

เปิดให้ทำ**ข้อสอบฟรีทุกวิชา**ปลดล็อค**ทุกฟังก์ชัน**



ผู้ช่วยเตรียมตัวสอบ
พร้อมเฉลยละเอียดที่ดีที่สุด



Pre-Test Online
เตรียมความพร้อมก่อนสอบจริง

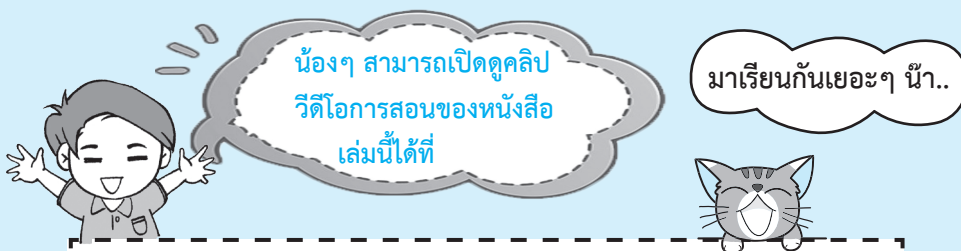


วิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็ง
เพื่อเพิ่มโอกาสในการสอบติด



สรุปย่อขึ้นเทพ
แบ่งปันความรู้ผ่านการแชร์เน็ต





WWW.  EC9.COM

เรียนออนไลน์ ได้ทุกที่ ทุกเวลา



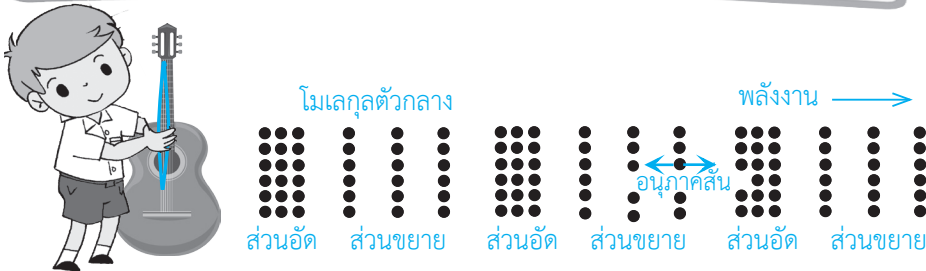
โรงเรียน / สถาบันใด ต้องการทีมติวตัวจริงเสียงจริง
มาสอนสด 9 วิชาสามัญ PAT O-NET ทั่วประเทศ
ติดต่อโทร 0880992666

บทที่ 12 เสียง

12.1 ธรรมชาติของเสียง

12.1.1 การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง

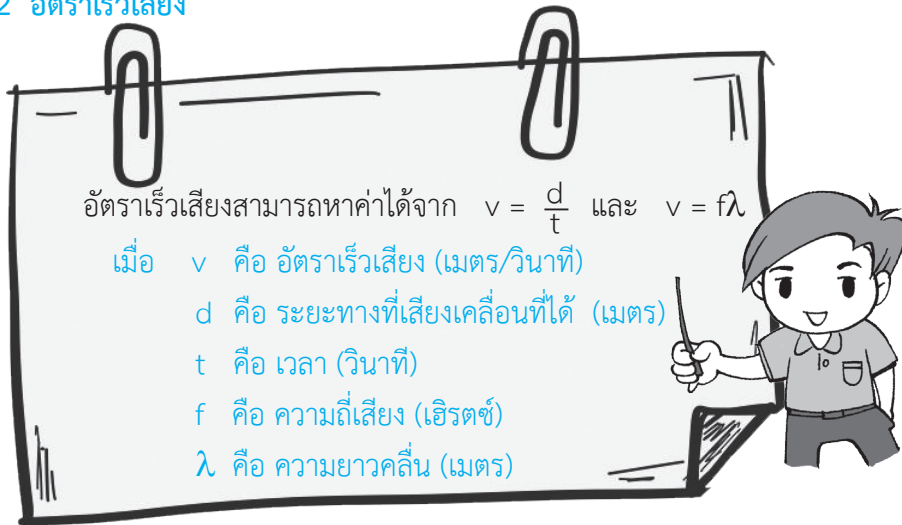
เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุซึ่งส่งผลให้โมเลกุลของตัวกลางรอบข้างเกิดการอัดตัวและขยายตัว แล้วเกิดการถ่ายทอดพลังงานไปได้ โดยที่อนุภาคตัวกลางสั่นไปมาอยู่ที่เดิม เช่นเสียงที่เกิดจากสายกีตาร์สั่น ดังรูป



เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของเสียงตามรูปแล้ว จะพบว่าเสียงมีลักษณะเป็นคลื่นตามยาว เพราะทิศการสั่นอนุภาคกับทิศการถ่ายทอดพลังงานอยู่ในแนวขนานกัน และเสียงจะเคลื่อนที่ได้ ต้องอาศัยตัวกลางเสมอ ดังนั้นเสียงจึงมีลักษณะเป็นคลื่นกลอีกด้วย

1. วางกระดิ่งไฟฟ้าที่ส่งเสียงดังตลอดเวลา และหลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างในกรอบแก้วที่ภายในเป็นสุญญากาศแล้ว ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด
 1. ไม่ได้ยินเสียงกระดิ่ง แต่เห็นแสงจากหลอดไฟ
 2. ไม่ได้ยินเสียงกระดิ่ง และไม่เห็นแสงจากหลอดไฟ
 3. ได้ยินเสียงกระดิ่ง และเห็นแสงจากหลอดไฟ
 4. ได้ยินเสียงกระดิ่ง แต่ไม่เห็นแสงหลอดไฟ
 5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

12.1.2 อัตราเร็วเสียง



อัตราเร็วเสียงสามารถหาค่าได้จาก $v = \frac{d}{t}$ และ $v = f\lambda$

เมื่อ v คือ อัตราเร็วเสียง (เมตร/วินาที)
 d คือ ระยะทางที่เสียงเคลื่อนที่ได้ (เมตร)
 t คือ เวลา (วินาที)
 f คือ ความถี่เสียง (เฮิรตซ์)
 λ คือ ความยาวคลื่น (เมตร)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วเสียง

1. ความหนาแน่นของตัวกลาง

อัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะมีค่ามากกว่าในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

ตารางแสดงอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25°C



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

2. อุณหภูมิ

อัตราเร็วเสียงจะแปรผันตรงกับรากที่ 2 ของอุณหภูมิเคลวิน ($v \propto \sqrt{T}$) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราเร็วเสียงจะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

ในอากาศปกติเราสามารถหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิต่างๆ ได้จากสมการ

$$v = 331 + 0.6 T_c$$

- เมื่อ v คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศ (เมตร/วินาที)
 T_c คือ อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส (°C)
 331 คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 0°C
 0.6 คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศที่เปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน 1°C



2. จงหาอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1. 346 m/s | 2. 375 m/s | 3. 412 m/s |
| 4. 546 m/s | 5. 550 m/s | |

3. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั่นด้วยความถี่ 692 เฮิรตซ์ อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 25°C คลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้将有ความยาวคลื่นยาวเท่ากับกี่เมตร

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. 0.50 | 2. 0.75 | 3. 0.92 | 4. 1.20 | 5. 1.50 |
|---------|---------|---------|---------|---------|

4. ส่วนอัดกับส่วนอัดที่ติดกันของคลื่นเสียงในอากาศวัดได้ 0.5 เมตร และแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่ 680 เฮิรตซ์ อุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นมีค่าเป็นเท่าใด

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. 10°C | 2. 15°C | 3. 20°C | 4. 15 K | 5. 20 K |
|---------|---------|---------|---------|---------|

5. คลื่นเสียงความถี่ 170 เฮิรตซ์ มีอัตราเร็วในอากาศ 340 เมตร/วินาที จงหาระยะห่างระหว่างส่วนอัดกับส่วนขยายที่อยู่ใกล้กันที่สุดมีค่าเท่ากับกี่เมตร

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. 1.0 | 2. 1.5 | 3. 2.2 | 4. 2.8 | 5. 3.0 |
|--------|--------|--------|--------|--------|

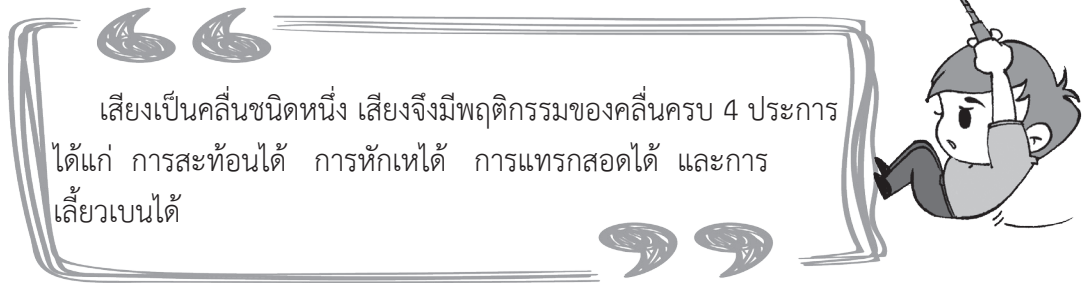
6. ถ้าเห็นฟ้าแลบแล้วได้ยินเสียงฟ้าร้องในเวลา 5 วินาทีต่อมา จงหาว่าตำแหน่งที่ฟ้าแลบอยู่ไกลเท่าไร เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 เมตร/วินาที

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 1200 เมตร | 2. 1450 เมตร | 3. 1500 เมตร |
| 4. 1700 เมตร | 5. 1800 เมตร | |

7. เมื่อเคาะท่อเหล็กยาว 1 ครั้งทีปลายข้างหนึ่ง ปรากฏว่าผู้ฟังซึ่งอยู่ที่ปลายอีกข้างหนึ่งของท่อเหล็กจะได้ยินเสียงเคาะ 2 ครั้ง หลังจากเคาะแล้วเป็นเวลา 0.2 วินาที และ 3 วินาที ตามลำดับ ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่ากับ 346 เมตร/วินาที อัตราเร็วของเสียงในท่อเหล็กขณะนั้นมีค่าเท่ากับข้อใดต่อไปนี้

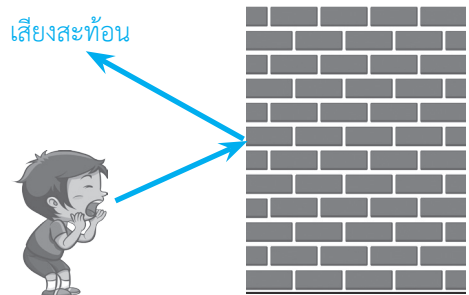
1. 5190 m/s
2. 6325 m/s
3. 6952 m/s
4. 5450 m/s
5. 5850 m/s

12.1.3 พฤติกรรมของเสียง

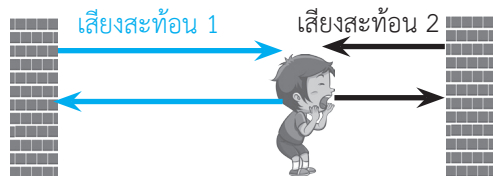


ก. การสะท้อนของเสียง

เมื่อเสียงไปตกกระทบวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่นเสียง เสียงจะสะท้อนออกจากวัตถุนั้นได้ แต่หากวัตถุมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นเสียง เมื่อเสียงตกกระทบจะเลี้ยวอ้อมไปทางอื่น ไม่สะท้อนออกมา



หากมีเสียงสะท้อนจากหลายแหล่งมาถึงผู้ฟัง ในช่วงเวลาที่ต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที จะทำให้ได้ยินเสียงสะท้อนหลายเสียงเรียกว่าเกิดเสียงก้อง



8. ต้องการคัดแยกผลไม้ขณะกำลังไหลผ่านมาตามรางน้ำโดยอาศัยการสะท้อนของเสียงจากเครื่องโซนาร์ โดยต้องการแยกผลไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่าและเล็กกว่า 5 เซนติเมตรออกจากกัน จงหาความถี่เหมาะสมของคลื่นจากโซนาร์ (ความเร็วเสียงในน้ำ = 1500 m/s)

1. 1 kHz
2. 3 kHz
3. 10 kHz
4. 20 kHz
5. 30 kHz

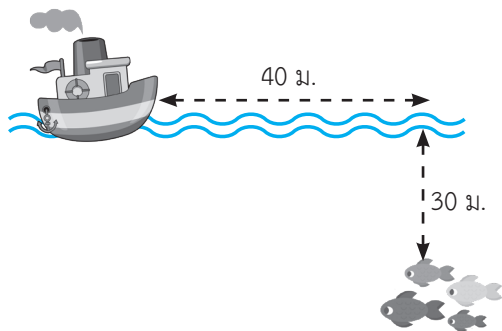
9. เรือลำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในทะเลได้ส่งคลื่นสัญญาณเสียงลงไปใต้น้ำทะเลและได้รับสัญญาณเสียงกลับมาในเวลา 0.6 วินาที ถ้าอัตราเร็วของเสียงใต้น้ำทะเลมีค่า 1500 เมตร/วินาที ทะเลตรงจุดนี้ลึกกี่เมตร

1. 300
2. 400
3. 450
4. 900
5. 1000

10. เรือหาปลาหนึ่งหาฝูงปลาด้วยโซนาร์ ส่งคลื่นดลของเสียงความถี่สูงลงไปใต้น้ำทะเล ถ้าฝูงปลาอยู่ห่างจากเครื่องกำเนิดคลื่นไปทางหัวเรือเป็นระยะทาง 40 เมตร และอยู่ลึกจากผิวน้ำเป็นระยะ 30 เมตร หลังจากส่งคลื่นดลจากโซนาร์ไปเป็นเวลาเท่าใด จึงจะได้รับคลื่นที่สะท้อนกลับมา

ให้ความเร็วเสียงใต้น้ำทะเล = 1500 m/s

1. 0.07 วินาที
2. 0.14 วินาที
3. 0.31 วินาที
4. 0.62 วินาที
5. 0.88 วินาที



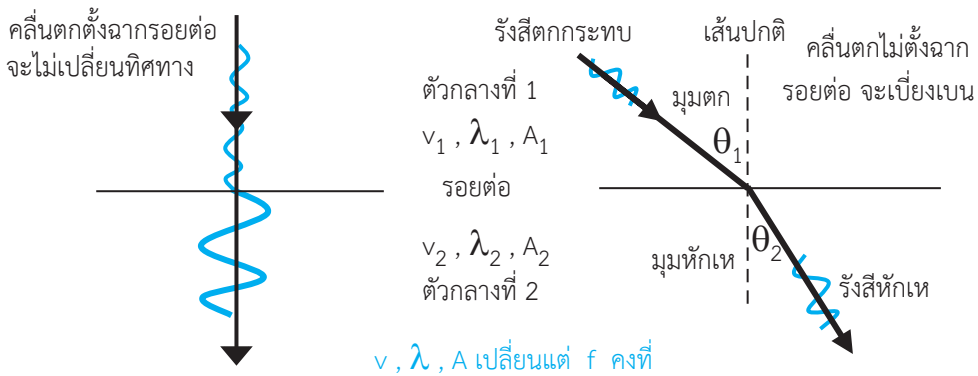
11. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ระหว่างผา 2 แห่งแล้วยิงปืนออกไป เขาได้ยินเสียงสะท้อนครั้งแรกและครั้งที่สองเมื่อเวลาผ่านไป 1 และ 5 วินาที นับจากเริ่มยิง จงหาระยะห่างระหว่างหน้าผาทั้งสอง ถ้าความเร็วเสียงในอากาศเป็น 340 เมตร/วินาที

1. 1000 เมตร
2. 1020 เมตร
3. 2000 เมตร
4. 2040 เมตร
5. 2480 เมตร

12. จากข้อที่ผ่านมา ตามหลักความเป็นจริงแล้วชายคนนี้ได้ยินเสียงก้องหรือเสียงสะท้อนทั้งสองรวมกันเป็นเสียงสะท้อนครั้งเดียว
1. ได้ยินเสียงสะท้อนรวมเป็นครั้งเดียว เพราะหน้าผาทั้งสองอยู่ห่างกันน้อยเกินไป
 2. ได้ยินเสียงสะท้อนรวมเป็นครั้งเดียว เพราะเวลาทั้งสองด้านต่างกันน้อยเกินไป
 3. ได้ยินเสียงสะท้อนรวมเป็นครั้งเดียว เพราะประสาทหูคนมีความไวน้อย
 4. ได้ยินเสียงก้อง เพราะเสียงทั้งสองมีความดังไม่เท่ากัน
 5. ได้ยินเสียงก้อง เพราะเสียงทั้งสองกลับมาถึงในช่วงเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที
13. บ่ายวันหนึ่งชายคนหนึ่งเปล่งเสียงไปยังหน้าผาแห่งหนึ่ง ปรากฏว่าได้ยินเสียงของตัวเองสะท้อนกลับมาหลังจากเปล่งเสียงไปแล้ว 8 วินาที ต่อมาชายคนนี้ได้เดินเข้าหาหน้าผาเป็นระยะทาง 30 เมตร แล้วเปล่งเสียงอีก ปรากฏว่าได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาหลังจากเปล่งเสียงไปแล้ว 6 วินาที อยากทราบว่าจุดแรกที่ชายคนนี้อยู่ห่างจากหน้าผากี่เมตร
1. 20
 2. 46
 3. 58
 4. 60
 5. 120
14. คำกล่าวออกเล่าเหยื่อเวลากลางคืนสามารถรู้ตำแหน่งของเหยื่อได้โดยที่มองไม่เห็นเหยื่อ แต่อาศัยคุณสมบัติข้อใดของคลื่นเสียงแทน
1. การสะท้อนเสียง
 2. การหักเหคลื่นเสียง
 3. การเลี้ยวเบนเสียง
 4. การแทรกสอดเสียง
 5. การสั่นพ้องของเสียง

ข. การหักเหของเสียง

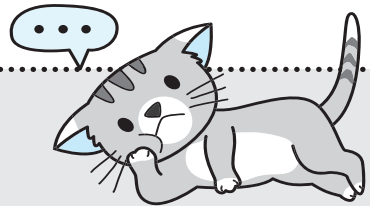
เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ซึ่งมีความหนาแน่นต่างกัน จะทำให้อัตราเร็ว (v) แอมพลิจูด (A) และความยาวคลื่น (λ) เปลี่ยนไป แต่ความถี่ (f) จะคงเดิม ถ้าคลื่นเสียงตกกระทบบนเอียงทำมุมกับแนวรอยต่อตัวกลาง เสียงที่ทะลุไปในตัวกลางที่ 2 จะเบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมเรียกว่าเกิด**การหักเหของคลื่นเสียง**



จากกฎของสเนลล์จะได้ว่า

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

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 ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1



15. เสียงเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 27°C ไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิเท่ากับกึ่งกลางเซลเซียส จึงทำให้ความยาวคลื่นเป็น $\frac{3}{2}$ เท่าของความยาวคลื่นเดิม

1. 400

2. 402

3. 408

4. 420

5. 450

16. เสียงเคลื่อนที่จากอากาศบริเวณ x ที่มีอุณหภูมิ 927°C ไปบริเวณ y ที่มีอุณหภูมิ 27°C ถ้าในบริเวณ y เสียงมีอัตราเร็ว 340 เมตร/วินาที ในบริเวณ x เสียงจะมีอัตราเร็วเท่าใด

1. 380 m/s

2. 400 m/s

3. 484 m/s

4. 536 m/s

5. 680 m/s

17. จากข้อที่ผ่านมา ดรรชนีหักเหของตัวกลาง y เมื่อเทียบกับตัวกลาง x มีค่าเป็นเท่าใด

1. 1.2

2. 2.0

3. 2.6

4. 3.0

5. 3.8

18. บางครั้งเกิดฟ้าแลบโดยไม่ได้ยินเสียงเพราะ

1. ไม่มีเสียงเกิดขึ้น

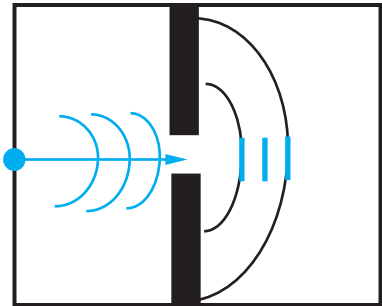
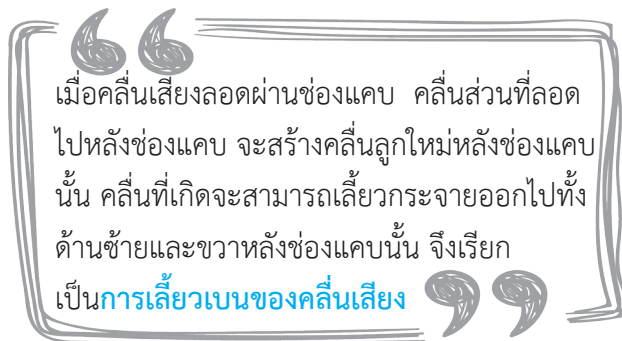
2. เสียงเลี้ยวเบนหมด

3. เสียงหักเหหมด

4. เสียงสะท้อนหมด

5. เสียงแทรกสอดหมดไป

ค. การเลี้ยวเบนของเสียง



การเลี้ยวเบนจะเกิดได้ดี เมื่อช่องแคบมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่นนั้น

19. ถ้าอัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะหนึ่งเท่ากับ 340 เมตร/วินาที เสียงแตรรถยนต์มีความถี่ 170 เฮิรตซ์ ก่อนที่รถยนต์จะออกจากซอยคนขับรถบีบแตรรถยนต์เพื่อให้สัญญาณทำให้คนซึ่งยืนอยู่บนทางเท้า ณ มุมตึกปากซอยได้ยินเสียงสัญญาณแตรได้ชัดเจน จงประมาณขนาดความกว้างของซอยมีค่ากี่เมตร

1. 2

2. 3

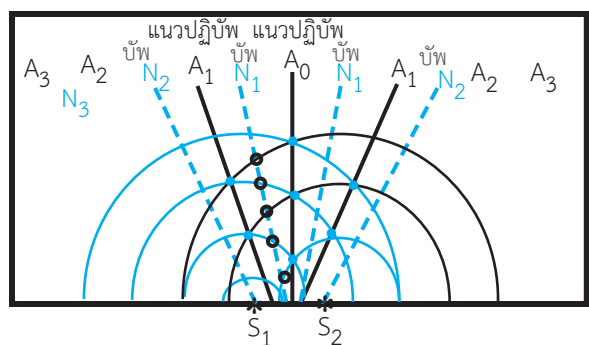
3. 4

4. 5

5. 6

ง. การแทรกสอดของเสียง

หากเราวางแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่ง (S_1 , S_2) ห่างกันขนาดหนึ่งแล้วส่งคลื่นเสียง ที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ (คลื่นอาพันธ์) ออกมาพร้อมกัน คลื่นเสียงทั้งสองนั้นจะเข้ามาแทรกสอดกันโดยจะมีแนวบางแนวคลื่นเสียงทั้งสองจะเข้ามาเสริมกันทำให้มีเสียงดัง



มากกว่าปกติ เรียกแนวนี้ว่า **แนวปฏิบัพ (Antinode, A)** ซึ่งจะมีอยู่หลายแนว กระจายออกไปทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาอย่างสมมาตรกัน แนวปฏิบัพที่อยู่ตรงกลางเราจะเรียกเป็นปฏิบัพที่ 0 (A_0) ถัดออกไปจะเรียกแนวปฏิบัพที่ 1 (A_1), 2 (A_2), 3 (A_3), ไปเรื่อยๆ ทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวา ดังรูป

ระหว่างกลางแนวปฏิบัติ คลื่นเสียงทั้งสองจะเกิดการหักล้างกันทำให้เสียงเบาว่าปกติ เรียก
แนวนี้ว่าเป็น**แนวบัพ (Node , N)** แนวบัพแรกที่อยู่ถัดจากแนวปฏิบัติกลางจะเรียกแนวบัพที่ 1 (N_1)
ถัดออกไปจะเรียกแนวบัพที่ 2 (N_2) , 3 (N_3) , ไปเรื่อยๆ ทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวา ดังรูป

สูตรสำหรับแนวปฏิบัติลำดับที่ n (A_n)

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

$$d \sin\theta = n\lambda$$

เมื่อ P คือ จุดซึ่งอยู่บนแนวปฏิบัติที่ n (A_n)

S_1 คือ จุดเกิดคลื่นลูกที่ 1

S_2 คือ จุดเกิดคลื่นลูกที่ 2

S_1P คือ ระยะจาก S_1 ถึง P

S_2P คือ ระยะจาก S_2 ถึง P

λ คือ ความยาวคลื่น

n คือ ลำดับที่ของปฏิบัตินั้น

d คือ ระยะห่างจาก S_1 ถึง S_2

θ คือ มุมที่วัดจาก A_0 ถึง A_n

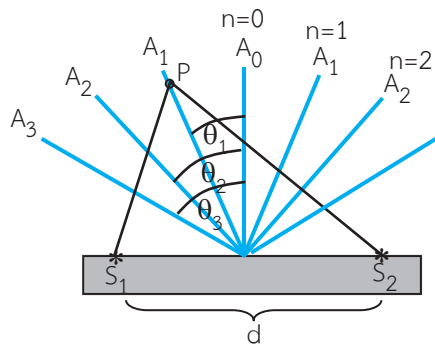
สูตรสำหรับแนวบัพลำดับที่ n (N_n)

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

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

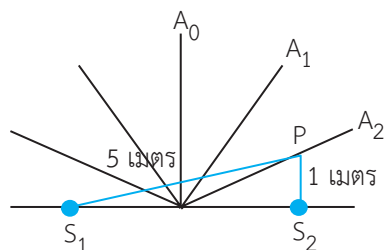
เมื่อ P คือ จุดซึ่งอยู่บนแนวปฏิบัติที่ n (N_n)

θ คือ มุมที่วัดจาก A_0 ถึง N_n



20. คลื่นชนิดหนึ่งเมื่อเกิดการแทรกสอด จะ
เกิดแนวดังรูป คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่า
กับข้อใดต่อไปนี้

1. 0.5 เมตร
2. 1.0 เมตร
3. 1.5 เมตร
4. 2.0 เมตร
5. 2.5 เมตร



21. คลื่นชนิดหนึ่งเมื่อเกิดการแทรกสอดแนวปฏิบัติที่ 2 เอียงทำมุมจากแนวกลาง 30° หากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองอยู่ห่างกัน 4 เมตร ความยาวคลื่นนี้มีค่าเท่ากับกี่เมตร

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

5. 5

22. A และ B เป็นลำโพง 2 ตัววางห่างกัน 2 เมตรในที่โล่ง P เป็นผู้ฟังห่างจาก A 4 เมตร ห่างจาก B 3 เมตร เสียงความถี่ต่ำสุดที่คลื่นหักล้างกันทำให้ได้ยินเสียงเบาที่สุดเป็นเท่าไร (กำหนดความเร็วเสียง = 340 เมตร/วินาที)

1. 270 เฮิรตซ์

2. 230 เฮิรตซ์

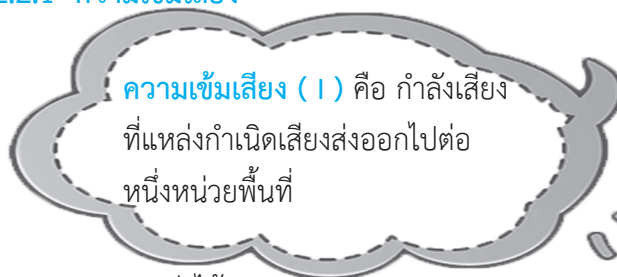
3. 190 เฮิรตซ์

4. 180 เฮิรตซ์

5. 170 เฮิรตซ์

12.2 การได้ยินเสียง

12.2.1 ความเข้มเสียง



หาค่าได้จาก

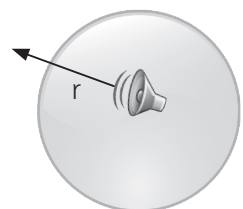
$$I = \frac{P}{A} \text{ และ } I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

เมื่อ I คือ ความเข้มเสียง (วัตต์/ตารางเมตร)

P คือ กำลังเสียง (วัตต์)

A คือ พื้นที่ (ตารางเมตร)

r คือ ระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงถึงผู้ฟัง (เมตร)



23. หูตริไฟมีกำลังเสียง 20 วัตต์ จงหาความเข้มเสียงที่จุดห่างจากหูต 150 เมตร ในหน่วย วัตต์/ตารางเมตร

1. 3.02×10^{-5}

2. 5.12×10^{-5}

3. 7.07×10^{-5}

4. 9.01×10^{-5}

5. 9.82×10^{-5}

24. แหล่งกำเนิดเสียงที่ให้กำลังเสียง $\pi \times 10^{-10}$ วัตต์ ผู้ฟังอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดเสียงมากที่สุดกี่เมตร จึงจะยังคงได้ยินเสียง (ความเข้มเสียงต่ำสุดที่ได้อิน = 10^{-12} W/m^2)

1. 2

2. 5

3. 7

4. 12

5. 14

25. วัดความเข้มของเสียงที่ตำแหน่งที่อยู่ห่างไป 5 เมตร จากลำโพงได้ 1.2×10^{-2} วัตต์/ต่อตารางเมตร ความเข้มเสียงที่ตำแหน่ง 10 เมตร จากลำโพงจะเป็นเท่าใด

1. $1 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$

2. $2 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$

3. $3 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$

4. $4 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$

5. $5 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$

12.2.2 ระดับเสียง

เนื่องจากค่าความเข้มเสียง (I) จะมีค่าน้อยมาก
เราจึงนิยมเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่ดูง่ายขึ้น คือ รูปของ
ระดับเสียง (β) วิธีการเปลี่ยนจะใช้สมการ



$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \text{และ} \quad \beta = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad \text{และ} \quad \beta = 10 \log(I \times 10^{12})$$

เมื่อ β คือ ระดับเสียง (เดซิเบล , dB)

I คือ ความเข้มเสียง (วัตต์/ตารางเมตร)

I_0 คือ ความเข้มเสียงน้อยสุดที่หูคนยังได้ยิน = 10^{-12} W/m^2

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 $x = y$

26. จงหาระดับเสียง ณ จุดซึ่งมีค่าความเข้มเสียง 1×10^{-7} วัตต์/ตารางเมตร

1. 30 เดซิเบล

2. 40 เดซิเบล

3. 50 เดซิเบล

4. 70 เดซิเบล

5. 80 เดซิเบล

27. หากความเข้มเสียงสูงสุดที่หูคนเราจะทนฟังได้มีค่า 1 วัตต์/ตารางเมตร จงหาระดับความเข้มเสียงสูงสุดที่หูคนเราจะทนฟังได้มีค่ากี่เดซิเบล

1. 100

2. 120

3. 150

4. 170

5. 180

28. เสียงที่มีระดับเสียง 80 เดซิเบล จะมีความเข้มเสียงกี่วัตต์/ตารางเมตร

1. 10^{-2}

2. 10^{-4}

3. 10^{-6}

4. 10^{-8}

5. 10^{-10}

29. วางเครื่องวัดระดับความเข้มเสียงห่างจากลำโพง 10 เมตร พบว่าระดับเสียงเท่ากับ 100 เดซิเบล กำลังเสียงจะเท่ากับกี่วัตต์

1. 12.5×10^4

2. 12.6

3. 3.14

4. 1×10^{-2}

5. 0.1

สูตรเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับเสียง

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad \text{และ} \quad \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{P_2 r_1^2}{P_1 r_2^2}$$

เมื่อ

β_1, β_2 คือ ระดับเสียงตอนแรกและตอนหลัง (เดซิเบล)

I_1, I_2 คือ ความเข้มเสียงตอนแรกและตอนหลัง (วัตต์/ตารางเมตร)

P_1, P_2 คือ กำลังเสียงตอนแรกและตอนหลัง (วัตต์)

r_1, r_2 คือ ระยะห่างตอนแรกและตอนหลัง (เมตร)

30. ยุงตัวหนึ่งเมื่อบินมาที่ประตูห้องซึ่งอยู่ห่างจากนาย ก 20 เมตร พบว่าทำให้ระดับความดังมาถึงหู นาย ก มีขนาด 20 เดซิเบล ถ้ายุง 100000 ตัว ระดับความดังที่มาถึงหูนาย ก จะมีขนาดกี่เดซิเบล
1. 600
 2. 100
 3. 70
 4. 60
 5. 50
31. เมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะ 5 เมตร วัดระดับเสียงได้ 50 dB ถ้าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 50 เมตร ระดับเสียงจะมีค่ากี่เดซิเบล
1. 20
 2. 30
 3. 100
 4. 110
 5. 120
32. แหล่งเสียง A และ B ที่เป็นจุดมีกำลังเสียง 10 และ 40 วัตต์ ตามลำดับ เอาแหล่งเสียงมาทดลองวัดระดับเสียงที่ละแหล่ง ระดับเสียงที่ระยะห่างจาก B 2 เมตร ต่างจากระดับเสียงที่ระยะห่าง A 1 เมตร เท่ากับกี่เดซิเบล
1. 0
 2. 4
 3. 10
 4. 15
 5. 20

33. เมื่อต้องการให้ผู้ฟังได้ยินเสียงจากเครื่องขยายเสียงเพิ่มขึ้น 10 เดซิเบล เราจะต้องเพิ่มกำลังของเครื่องขยายเสียงเป็นกี่เท่าของเดิม

1. 2 เท่า

2. $\sqrt{10}$ เท่า

3. 10 เท่า

4. 20 เท่า

5. 100 เท่า

34. ระดับเสียงในโรงงานแห่งหนึ่งมีค่า 80 เดซิเบล คนงานผู้หนึ่งใส่เครื่องครอบหูซึ่งสามารถลดระดับเสียงลงเหลือ 70 เดซิเบล เครื่องดังกล่าวลดความเข้มเสียงลงกี่เปอร์เซ็นต์

1. 80%

2. 88%

3. 90%

4. 95%

5. 98%

12.2.3 ระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง

ระดับความสูงต่ำหรือทุ้มแหลมของเสียงจะขึ้นกับความถี่ของคลื่นเสียง

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่สูง เสียงจะแหลม เรียกเป็นเสียงสูง

ถ้าคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำ เสียงจะทุ้ม เรียกเป็นเสียงต่ำ



ช่วงความถี่ของเสียงที่หูคนปกติจะได้ยินคือช่วง 20 – 20000 เฮิรตซ์ เท่านั้น

เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียก

คลื่นใต้เสียง (Infrasonic wave)

เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์ เรียก

คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic wave)

หูคนปกติจะไม่ได้ยินเสียงพวกนี้

35. ความถี่ของคลื่นเสียงที่ระดับเสียง 70 เดซิเบล ที่หูของคนปกติไม่สามารถได้ยินคือ

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 1. 30 เฮิรตซ์ | 2. 1000 เฮิรตซ์ | 3. 10000 เฮิรตซ์ |
| 4. 20000 เฮิรตซ์ | 5. 25000 เฮิรตซ์ | |

ขณะที่เราฟังเสียงเครื่องดนตรีหลายชนิด เช่น ขลุ่ย เปียโน ซึ่งเล่นโน้ตตัวเดียวกันพร้อมๆ กัน แต่เรายังสามารถแยกออกได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงขลุ่ยเสียงใดเป็นเสียงเปียโน ทั้งนี้เพราะขณะเครื่องดนตรีแต่ละชนิดเล่นตัวโน้ตหนึ่งๆ จะมี Higher Harmonic (เสียงตัวโน้ตขั้นสูง ถัดๆ ไป) ปนออกมาด้วยหลายชั้นซึ่งจำนวนชั้นและความเข้มแต่ละชั้นที่ปนออกมานี้ จะมีจำนวนไม่เท่ากันในเครื่องดนตรีแต่ละชนิด จึงทำให้ลักษณะเสียงโดยรวมของเครื่องดนตรีแต่ละชนิดต่างกันไป ลักษณะของเสียงเช่นนี้เราเรียก **คุณภาพเสียง**

ตัวอย่างสมมุติ

	90%	7%	2%	1%	
เสียงเครื่องดนตรีชนิดที่ 1 ประกอบด้วย	โด	โด'	โด''	โด'''	
	87%	5%	3%	3%	2%
เสียงเครื่องดนตรีชนิดที่ 2 ประกอบด้วย	โด	โด'	โด''	โด'''	โด''''

36. วงดนตรีที่ประกอบด้วยเครื่องดนตรีหลายชนิด เมื่อเล่นพร้อมกันแต่เราสามารถแยกได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงไวโอลิน เสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย และเสียงใดเป็นเสียงเปียโน เนื่องจากเสียงดนตรีแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตามข้อใดที่ต่างกัน

- | | | |
|------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. ระดับสูงต่ำของเสียง | 2. ระดับเสียง | 3. ความถี่เสียง |
| 4. คุณภาพเสียง | 5. การสั่นพ้องเสียง | |

37. เปียโนกับกีตาร์เมื่อเล่นโน้ตเดียวกัน แต่เราสามารถแยกออกได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงเปียโน เสียงใดเป็นเสียงกีตาร์ ทั้งนี้เพราะเสียงจากเครื่องดนตรีทั้งสองมีอะไรแตกต่างกัน

1. ความดังของเสียง และระดับความดัง
2. ความถี่ของเสียง และความเร็วของเสียง
3. ระดับสูงต่ำของเสียง และความถี่ธรรมชาติ
4. จำนวนฮาร์โมนิก และความเข้มของเสียงของฮาร์โมนิก
5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

12.2.4 มลพิษทางเสียงและการป้องกัน



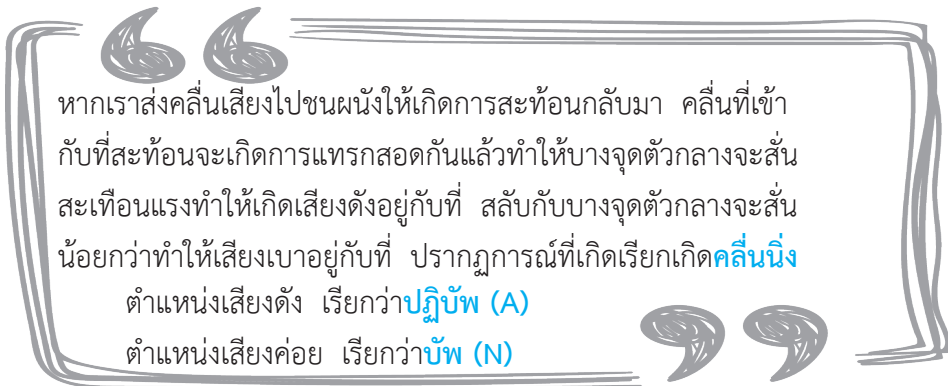
มลพิษทางเสียง (noise pollution) คือ เสียงรบกวนที่ดัง มีระดับเสียงสูง และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง

ถ้าเราได้รับเสียงรบกวนเกิน 85 เดซิเบล นานกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน จะก่อให้เกิดอันตรายได้
แนวทางการลดมลภาวะทางเสียงมี ดังนี้

1. ลดที่แหล่งกำเนิดเสียง เช่นควรมีตัวหุ้มเพื่อลดเสียง หรือใช้น้ำมันหล่อลื่นลดการเสียดสี เป็นต้น
2. ควบคุมทางเดินของเสียง เช่นอยู่ห่างแหล่งกำเนิดเสียง หรือแนวปลูกต้นไม้กั้นทางเดินเสียง เป็นต้น
3. ป้องกันที่ผู้ฟัง เช่นใช้เครื่องอุดหูหรือเครื่องครอบหู เป็นต้น

12.3 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง

12.3.1 คลื่นนิ่งของเสียง



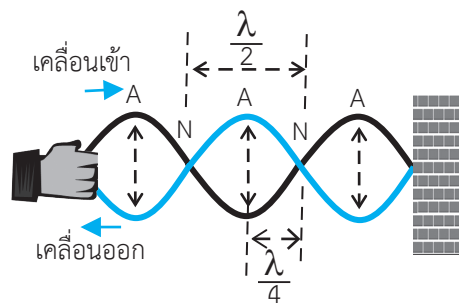
ควรทราบ

- 1) คลื่นนิ่งจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีคลื่น 2 คลื่น ซึ่งมีความถี่ ความยาวคลื่น แอมพลิจูดเท่ากัน แต่เคลื่อนที่สวนทางกันเข้ามาแทรกสอดกัน

$$2) \text{แนวปฏิบัพ (A) 2 แนวติดกันจะห่างกัน} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{แนวบัพ (N) 2 แนวติดกันจะห่างกัน} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{แนวปฏิบัพ (A) และแนวบัพ (N) ติดกันจะห่างกัน} = \frac{\lambda}{4}$$



38. ลำโพงเสียงอันหนึ่งหันหน้าเข้าหากำแพงห่างจากกำแพงระยะหนึ่ง ให้สัญญาณเสียงซึ่งมีความถี่ 340 เฮิรตซ์ ชายคนหนึ่งอยู่ระหว่างกำแพงกับลำโพง เมื่อออกเดินเข้าหากำแพงอย่างช้าๆ พบว่า จะได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไป จงหาว่าจุดที่เกิดเสียงดัง 2 จุด ติดกันอยู่ห่างกันกี่เมตร เมื่ออัตราเร็ว เสียงในอากาศเป็น 340 เมตร/วินาที

1. 0.5

2. 1.0

3. 1.5

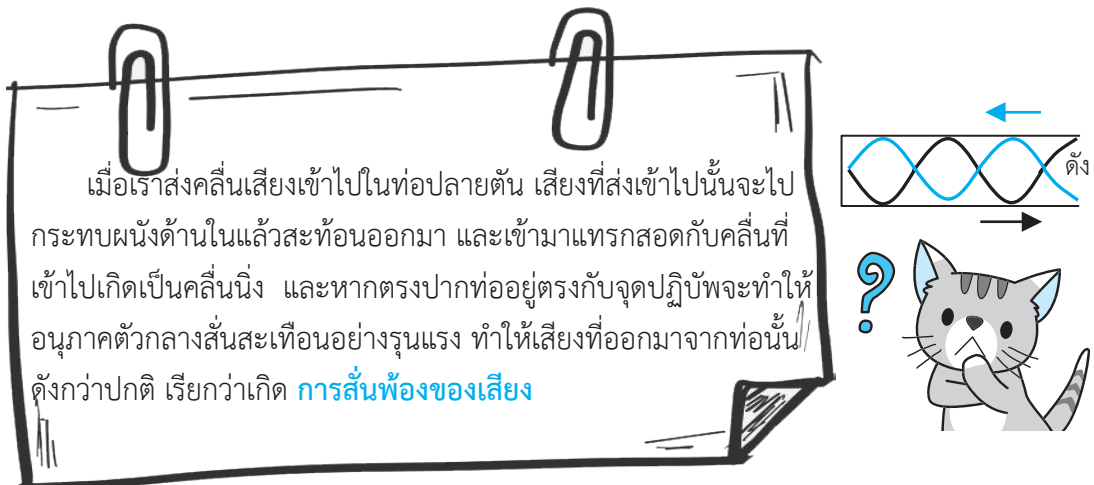
4. 2.0

5. 2.5

39. ในการทดลองส่งคลื่นเสียงความถี่ 3000 เฮิรตซ์ ให้ไปตกกระทบกำแพงในแนวตั้งฉาก จุดที่มีเสียงเบาที่สุดและดังที่สุดที่อยู่ติดกันห่างกัน 3 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของเสียง

1. 340 m/s
2. 350 m/s
3. 360 m/s
4. 380 m/s
5. 400 m/s

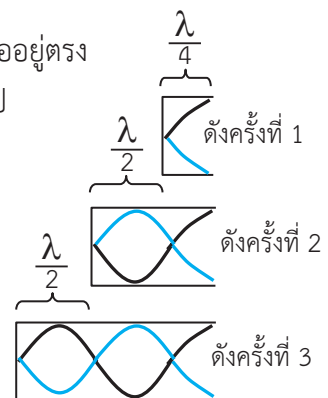
12.3.2 การสั่นพ้องของอากาศในท่อ



หากเราเพิ่มหรือลดความยาวท่อปลายตันให้พอดีที่จะทำให้ปากท่ออยู่ตรงกับจุดปฏิบัพ ก็จะทำให้เกิดการสั่นพ้องเสียงดังได้อีกหลายๆ ครั้ง ดังรูป และจากรูปโปรดสังเกตว่า

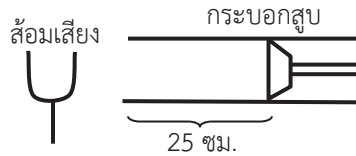
$$\text{ความยาวท่อที่ทำให้เกิดสั่นพ้องครั้งที่ 1} = \frac{\lambda}{4}$$

$$\text{ความยาวที่แตกต่างกันของท่อที่ทำให้เกิดสั่นพ้องแต่ละครั้งต่างกัน} = \frac{\lambda}{2}$$



40. ถ้าเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 346 รอบต่อวินาที หน้ากระบอกสูบจะเกิดการสั่นพ้องของเสียงขึ้นครั้งแรกที่ระยะ 25 เซนติเมตร อัตราเร็วของเสียงขณะนั้นมีค่าเท่าใด

1. 325 m/s
2. 330 m/s
3. 346 m/s
4. 350 m/s
5. 355 m/s

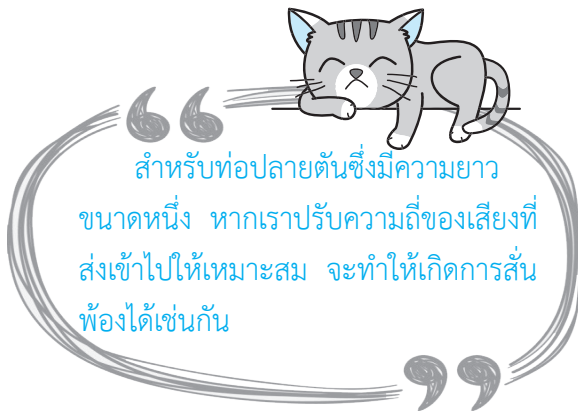


41. การทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้หลอดสั่นพ้อง พบว่าเกิดสั่นพ้องครั้งแรกหนึ่งและครั้งถัดไปที่ระยะ 0.15 เมตร และ 0.50 เมตร จากปากท่อตามลำดับ ถ้าความเร็วของเสียงขณะนั้นเป็น 350 เมตร/วินาที จงหาความถี่ของคลื่นเสียงที่ใช้มีค่ากี่เฮิรตซ์

1. 1200
2. 1000
3. 600
4. 500
5. 400

42. ถ้าเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 680 รอบต่อวินาที หน้ากระบอกสูบ เมื่อเกิดการสั่นพ้องแล้วก็เลื่อนลูกสูบถอยหลังไปอีก 25 เซนติเมตร จะเกิดสั่นพ้องได้อีกครั้ง จงหาอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้น

1. 325 m/s
2. 330 m/s
3. 340 m/s
4. 345 m/s
5. 350 m/s



ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องโดยท่อปลายตัน
หาค่าได้จาก

$$f = \frac{nv}{4L} \quad \text{และ} \quad \lambda = \frac{4L}{n}$$

เมื่อ f คือ ความถี่เสียงที่ทำให้เกิดสั่นพ้องในท่อปลายตัน (เฮิรตซ์)

λ คือ ความยาวคลื่นเสียงที่ทำให้เกิดสั่นพ้องในท่อปลายตัน (เมตร)

v คือ ความเร็วเสียง (เมตร/วินาที)

L คือ ความยาวลำอากาศในท่อปลายตัน (เมตร)

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

ถ้า $n = 1$ จะได้ ความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงดังครั้งแรก เรียกความถี่มูลฐาน หรือ Harmonic ที่ 1

ถ้า $n = 3$ จะได้ ความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงดังครั้งที่ 2 เรียก Harmonic ที่ 2

ถ้า $n = 5$ จะได้ ความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงดังครั้งที่ 3 เรียก Harmonic ที่ 3

เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

43. ท่อปลายปิดยาว 25 เซนติเมตร จงหาความถี่ 3 ลำดับแรกที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องของเสียงในท่อ
นี้ได้ เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่า 350 เมตร/วินาที

1. 350 , 700 , 1050 เฮิรตซ์

2. 350 , 1050 , 1750 เฮิรตซ์

3. 700 , 1400 , 2100 เฮิรตซ์

4. 700 , 2100 , 3500 เฮิรตซ์

5. 700 , 1700 , 2700 เฮิรตซ์

44. หลอดโธเนนซ์ที่ใช้ในการทดลองชุดหนึ่งจะให้ความดันสูงสุดสามครั้งเมื่อเลื่อนลูกสูบไปตามความยาวของหลอด ถ้าตำแหน่งสุดท้ายตั้งเมื่อลูกสูบห่างจากลำโพงมากที่สุดและห่างจากปลายกระบอกสูบ 50 เซนติเมตร อยากทราบว่าลำโพงสั่นด้วยความถี่กี่เฮิรตซ์ (กำหนดความเร็วเสียงในอากาศ เป็น 340 เมตร/วินาที)

1. 300

2. 435

3. 510

4. 850

5. 900

หมายเหตุ : ถ้าเป็นท่อปลายเปิดทั้งสองข้าง ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องจะหาได้จาก



$$f = \frac{nv}{2L} \quad \text{และ} \quad \lambda = \frac{2L}{n}$$

เมื่อ n คือจำนวนเต็มบวกทั้งหมด คือ 1, 2, 3, 4, 5,

ถ้า $n = 1$ จะได้ความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงดังครั้งแรก เรียกความถี่มูลฐาน หรือ Harmonic ที่ 1

ถ้า $n = 2$ จะได้ความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงดังครั้งที่ 2 เรียก Harmonic ที่ 2

ถ้า $n = 3$ จะได้ความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงดังครั้งที่ 3 เรียก Harmonic ที่ 3

เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

45. ท่อปลายเปิดสองข้างยาว 50 เซนติเมตร จงหาความถี่ 3 ลำดับแรกที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องของเสียงในท่อนี้ได้ เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นมีค่า 350 เมตร/วินาที

1. 350 , 700 , 1050 เฮิรตซ์

2. 350 , 1050 , 1750 เฮิรตซ์

3. 700 , 1400 , 2100 เฮิรตซ์

4. 700 , 2100 , 3500 เฮิรตซ์

5. 700 , 1700 , 2700 เฮิรตซ์

สำหรับเสียงที่เกิดจากสายสั้น เราหาความถี่และความเร็วของเสียงที่เกิดได้จาก

$$f = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{T}{mL}} \quad \text{และ} \quad v = \sqrt{\frac{LT}{m}}$$

เมื่อ

- f คือ ความถี่เสียงที่เกิดจากสายสั้น (เฮิรตซ์)
- n คือ จำนวน Loop คลื่นนิ่งที่เกิดในสายสั้น
- L คือ ความยาวสายสั้น (เมตร)
- T คือ แรงตึงสายสั้น (นิวตัน)
- m คือ มวลสายสั้น (กิโลกรัม)
- v คือ ความเร็วเสียง (เมตร/วินาที)

46. เชือกเส้นหนึ่งยาว 2 เมตร มีมวล 15 กรัม ถูกตึงให้ตึงด้วยแรง 12 นิวตัน จงหาความถี่ของคลื่นในเส้นเชือกในหน่วยเฮิรตซ์

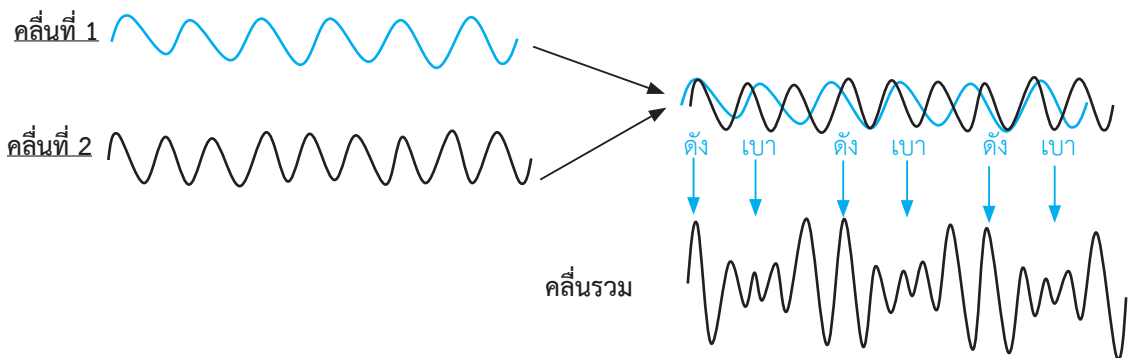
1. 10 2. 20 3. 30 4. 40 5. 50

47. เชือกเส้นหนึ่งปลายข้างหนึ่งผูกติดกับตุ้มน้ำหนัก ปลายอีกข้างหนึ่งผูกติดกับเครื่องเคาะสัญญาณเวลา เมื่อเครื่องเคาะสั่นทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือก ถ้าเพิ่มน้ำหนักที่ผูกติดกับเชือกเป็น 2 เท่า อยากทราบว่าอัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเป็นกี่เท่าของเดิม

1. $\frac{1}{2}$ 2. 1 3. $\sqrt{2}$ 4. 2 5. $\sqrt{3}$

12.3.3 บีต

เมื่อคลื่นเสียง 2 คลื่น ซึ่งมีความถี่ต่างกันเล็กน้อยเข้ามาแทรกสอดกันจะได้คลื่นรวมที่มีแอมพลิจูดสูงต่ำสลับกันไป เสียงที่เกิดจากคลื่นรวมจะมีลักษณะดังสลับกับเบา ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า **การบีตของเสียง (beats)**



จำนวนครั้งที่เสียงดังใน 1 หน่วยเวลาเรียกความถี่บีต ซึ่งหาได้จาก

$$f_B = |f_1 - f_2|$$

เมื่อ f_B คือ ความถี่บีต (เฮิรตซ์)

f_1 คือ ความถี่เสียงที่ 1 (เฮิรตซ์)

f_2 คือ ความถี่เสียงที่ 2 (เฮิรตซ์)

(ปกติแล้วหูคนเราจะได้ยินเสียงบีตที่มีความถี่ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์)

และความถี่คลื่นเสียงรวมหาจาก

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

48. เมื่อจะทำการทดลองเกี่ยวกับสมบัติของคลื่นเสียงเรื่องบีต เราจำเป็นต้องใช้

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง 1 เครื่อง ลำโพง 1 ตัว
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง 1 เครื่อง ลำโพง 2 ตัว
3. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง 2 เครื่อง ลำโพง 2 ตัว
4. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง 3 เครื่อง ลำโพง 3 ตัว
5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

49. ชายคนหนึ่งเล่นกีตาร์ความถี่ 507 เฮิร์ตซ์ และนักดนตรีอีกคนหนึ่งเล่นเปียโนความถี่ 512 เฮิร์ตซ์ ถ้าทั้งสองคนเล่นพร้อมกันจะเกิดปรากฏการณ์บีตที่ความถี่กี่เฮิร์ตซ์

1. 5
2. 10
3. 50
4. 75
5. 80

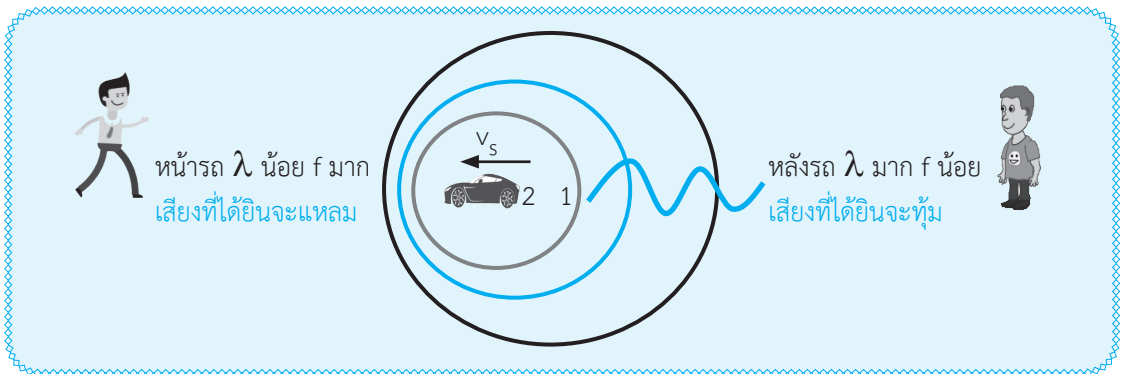
50. คลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่ง เมื่อมาซ้อนทับกันแล้วเกิดบีต 5 ครั้งต่อวินาที คลื่นเสียงที่ถี่กว่ามีความถี่ 438 เฮิร์ตซ์ คลื่นเสียงอีกคลื่นหนึ่งจะมีความถี่กี่เฮิร์ตซ์

1. 433
2. 435
3. 440
4. 443
5. 450

12.3.4 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

ดอปเพลอร์ เป็นปรากฏการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง (ความถี่ของเสียง) เมื่อแหล่งกำเนิดและผู้สังเกตเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสัมพัทธ์ต่อกัน

กรณีที่ 1 หากแหล่งกำเนิดเสียงพุ่งเข้าหาผู้ฟังที่อยู่นิ่ง เช่น ผู้ฟังยืนอยู่หน้ารถแล้วฟังเสียงรถที่พุ่งเข้ามาหาตัวผู้ฟัง เสียงรถที่มาถึงผู้ฟังจะถูกกดดันทำให้ความยาวคลื่น (λ) ของเสียงลดลง ความถี่ (f) ของเสียงเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่แหลมกว่าปกติ



กรณีที่ 2 หากแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนห่างออกจากผู้ฟังที่อยู่นิ่ง เช่น ผู้ฟังยืนอยู่หลังรถแล้วฟังเสียงรถที่เคลื่อนห่างออกจากตัวผู้ฟัง เสียงรถที่มาถึงผู้ฟังจะถูกลากออกไปทำให้ความยาวคลื่น (λ) ของเสียงมากขึ้น ความถี่ (f) ของเสียงลดลง ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่ทุ้มกว่าปกติ

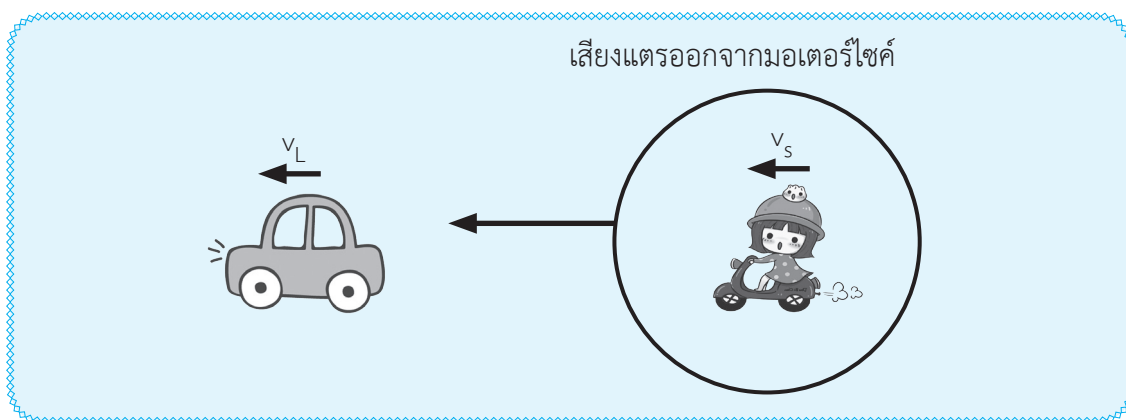
กรณีที่ 3 หากผู้ฟังเคลื่อนห่างออกไปจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่นิ่ง เสียงที่มาถึงผู้ฟังจะถูกลากออกไปทำให้ความยาวคลื่น (λ) ของเสียงมากขึ้น ความถี่ (f) ของเสียงลดลง ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่ทุ้มกว่าปกติ



กรณีที่ 4 หากผู้ฟังเคลื่อนเข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่นิ่ง เสียงที่มาถึงผู้ฟังจะถูกกดดันเข้าทำให้ความยาวคลื่น (λ) ของเสียงลดลง ความถี่ (f) ของเสียงมากขึ้น ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่แหลมกว่าปกติ

กรณีที่ 5 หากแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้ฟังที่กำลังเคลื่อนที่ หากความเร็วแหล่งกำเนิดเสียงมากกว่าผู้ฟัง เสียงที่มาถึงผู้ฟังจะถูกกดดันเข้าทำให้ความยาวคลื่น (λ) ของเสียงลดลง ความถี่ (f) ของเสียงมากขึ้น ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่แหลมกว่าปกติ

หากความเร็วแหล่งกำเนิดเสียงน้อยกว่าผู้ฟัง เสียงที่มาถึงผู้ฟังจะถูกลากออกทำให้ความยาวคลื่น (λ) ของเสียงเพิ่มขึ้น ความถี่ (f) ของเสียงลดลง ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่ทุ้มกว่าปกติ



ในปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ เราสามารถหาความถี่ที่ผู้ฟังได้ยินจากสมการ

$$f_L = \frac{(v + v_L)}{(v + v_S)} f_s$$

เมื่อ f_L คือ ความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยิน (Hz)

f_s คือ ความถี่เสียงจากต้นกำเนิดเสียง (Hz)

v คือ อัตราเร็วเสียง (m/s)

v_S คือ อัตราเร็วของต้นกำเนิดเสียง (m/s)

v_L คือ อัตราเร็วของผู้สังเกต (m/s)

λ คือ ความยาวคลื่นเสียงที่ผู้สังเกตได้ยิน (m)

เงื่อนไขการใช้สมการทั้งสองนี้ คือ

ถ้า v_L, v_S มีทิศสวนทางกับ v จะต้องแทนค่า v_L, v_S เป็น +

ถ้า v_L, v_S มีทิศทางเดียวกับ v จะต้องแทนค่า v_L, v_S เป็น -

51. ในขณะที่แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ในอากาศนิ่ง ข้อใดต่อไปนี้ถูก

1. ความยาวคลื่นเสียงที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะสั้นกว่าความยาวคลื่นเสียงที่จุดด้านหลังแหล่งกำเนิด
2. ความถี่เสียงที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะต่ำกว่าความถี่เสียงที่จุดด้านหลังแหล่งกำเนิด
3. ความเร็วเสียงด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะสูงกว่าความเร็วเสียงด้านหลังแหล่งกำเนิด
4. ความเร็วเสียงด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะต่ำกว่าความเร็วเสียงด้านหลังแหล่งกำเนิด
5. ไม่มีข้อที่ถูก

52. รถมอเตอร์ไซด์คันหนึ่งแล่นตามหลังรถยนต์คันหนึ่งไปบนถนนตรงความเร็วของรถยนต์เป็นสองเท่าของมอเตอร์ไซด์ ถ้าคนขี่มอเตอร์ไซด์บีบแตรด้วยความถี่ 500 เฮิรตซ์

1. คนขับรถยนต์ได้ยินเสียงความถี่ต่ำกว่า 500 เฮิรตซ์ แต่คนขี่มอเตอร์ไซด์ได้ยินเสียงความถี่ 500 เฮิรตซ์
2. คนขับรถยนต์ได้ยินเสียงความถี่สูงกว่า 500 เฮิรตซ์ แต่คนขี่มอเตอร์ไซด์ได้ยินเสียงความถี่ 500 เฮิรตซ์
3. คนขับรถยนต์ และคนขี่มอเตอร์ไซด์ ได้ยินเสียงความถี่เดียวกัน
4. คนขับรถยนต์ได้ยินเสียงความถี่สูงกว่าคนขี่มอเตอร์ไซด์ได้ยิน
5. ไม่มีข้อที่ถูก

53. รถไฟวิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาทีในอากาศนิ่ง ความถี่หวูดรถไฟมีค่า 500 เฮิรตซ์ ถ้าเสียงมีอัตราเร็ว 330 เมตร/วินาที จงหาความถี่เสียงที่ผู้ฟังได้ยิน เมื่อผู้ฟังกำลังอยู่ด้านหน้าและเคลื่อนที่เข้าหารถไฟด้วยความเร็ว 15 เมตร/วินาที

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 525.00 Hz | 2. 530.00 Hz | 3. 550.00 Hz |
| 4. 555.00 Hz | 5. 575.00 Hz | |

54. จากข้อที่ผ่านมา ถ้าผู้สังเกตเคลื่อนที่อยู่ด้านหน้าไปทางเดียวกับรถไฟ จะได้ยินเสียงหวูดมีความถี่เท่าใด

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 525.00 Hz | 2. 530.00 Hz | 3. 550.00 Hz |
| 4. 555.00 Hz | 5. 575.00 Hz | |

55. จากข้อที่ผ่านมา ถ้าผู้สังเกตเคลื่อนที่อยู่ด้านหลังไปทางเดียวกับรถไฟ จะได้ยินเสียงหวูดมีความถี่เท่าใด

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 357.52 Hz | 2. 375.00 Hz | 3. 385.55 Hz |
| 4. 437.50 Hz | 5. 479.17 Hz | |

56. จากข้อที่ผ่านมา ถ้าผู้สังเกตเคลื่อนที่อยู่ด้านหลังสวนทางกับรถไฟ จะได้ยินเสียงหวูดมีความถี่เท่าใด

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 357.52 Hz | 2. 375.00 Hz | 3. 385.55 Hz |
| 4. 437.50 Hz | 5. 479.17 Hz | |

57. รถไฟวิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ในอากาศนิ่งความถี่หูตรรถไฟมีค่า 500 เฮิรตซ์ ถ้าเสียงมีอัตราเร็ว 330 เมตร/วินาที จงหาความยาวคลื่นเสียงที่ผู้สังเกตได้ยินเมื่ออยู่นับารไฟ

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 0.44 เมตร | 2. 0.60 เมตร | 3. 0.72 เมตร |
| 4. 0.88 เมตร | 5. 0.90 เมตร | |

58. จากข้อที่ผ่านมา จงหาความยาวคลื่นเสียงที่ผู้สังเกตได้ยินเมื่ออยู่หลังรถไฟ

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. 0.44 เมตร | 2. 0.60 เมตร | 3. 0.72 เมตร |
| 4. 0.88 เมตร | 5. 0.90 เมตร | |

59. เอกยีนที่ขานซลาได้ยินเสียงหูตรรถไฟมีความถี่ต่ำลงเหลือ $\frac{6}{7}$ เท่าของความถี่เสียงปกติขณะทีรถไฟผ่านขานซลา จงหาอัตราเร็วรถไฟถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นมีค่า 330 เมตร/วินาที

- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| 1. 40 m/s | 2. 55 m/s | 3. 62 m/s |
| 4. 85 m/s | 5. 100 m/s | |