

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เสียง

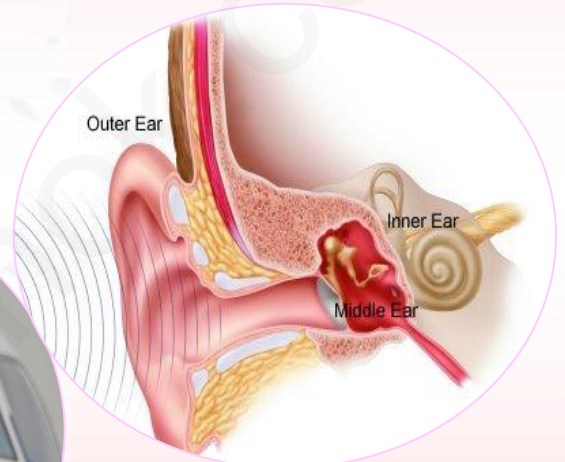
S O U N D



รายวิชาฟิสิกส์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## การได้ยิน



นางนิตยา มิตรโพธิ์ทอง

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์

อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เสียง วิชาฟิสิกส์ 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นนวัตกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น และเป็นการเสริมสร้างทักษะให้แก่นักเรียน หลังจากเรียนเนื้อหาจากบทเรียนไปแล้ว ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้เรียนมาฝึกให้เกิดความรู้ความเข้าใจกว้างขวางมากขึ้น และเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของผลการเรียนรู้ที่กำหนด นอกจากนี้ นักเรียนที่เรียนช้าเนื่องจากความแตกต่างระหว่างบุคคลยังสามารถศึกษาเนื้อหาที่ตนยังไม่เข้าใจด้วยตัวเอง โดยใช้เวลารว่างจากการเรียน เวลาพักกลางวันหรือเวลาหลังเลิกเรียน แล้วแต่ความสะดวกของนักเรียน โดยอยู่ในการดูแลของครูผู้สอน ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เสียง วิชาฟิสิกส์ 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้จัดทำเป็น 8 ชุด แต่ละชุด มีประสิทธิภาพและความสมบูรณ์ มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้แล้วอย่างเหมาะสม ประกอบด้วย

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของเสียงและสมบัติของเสียง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง การสะท้อน การหักเห และอัตราเร็วของเสียง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 4 เรื่อง การได้ยิน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เรื่อง เสียงดนตรี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 6 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 7 เรื่อง การบิดและคลื่นนิ่งของเสียง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 8 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ เป็นชุดที่ 4 เรื่อง การได้ยิน ซึ่งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงแก้ไขจนได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนและช่วยพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ประสบความสำเร็จ

## สารบัญ



เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำชี้แจง	1
แผนผังลำดับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	2
ขอบข่ายของเนื้อหา	3
สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้	4
สาระสำคัญ	5
จุดประสงค์การเรียนรู้	6
ผังมโนทัศน์ เสียง	7
ผังมโนทัศน์ การได้ยิน	8
แบบทดสอบก่อนเรียน	9
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	11
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	12
คำถามชวนคิด	13
แนวคำตอบคำถามชวนคิด	14
ตอนที่ 1 มลภาวะของเสียง	15
กิจกรรมที่ 1 มลภาวะของเสียง	18
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1	21
ตอนที่ 2 หูกับการได้ยิน	24
กิจกรรมที่ 2 หูกับการได้ยิน	29
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2	30
ตอนที่ 3 ขอบเขตความสามารถในการได้ยินเสียงและเวลาก้องเสียง	31
กิจกรรมที่ 3 ขอบเขตความสามารถในการได้ยินเสียงและเวลาก้องเสียง	33
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 3	35
แบบทดสอบหลังเรียน	37
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	39
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	40
เกมสนุกกระตุกต่อมคิด	41
เฉลยปริศนาคำศัพท์	42





บรรณานุกรม

ค

## สารบัญ



### เรื่อง

### หน้า

แบบทดสอบหลังเรียน

39

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

41

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

42

เกมสนุกกระตุกต่อมคิด

43

เฉลยปริศนาคำศัพท์

44

บรรณานุกรม

45



## คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง **การได้ยิน** เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงและปฏิบัติตามคำชี้แจงทุกขั้นตอน นักเรียนจะได้รับการพัฒนาความรู้ พัฒนาทักษะการเรียนรู้ และส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ในชุดกิจกรรมนี้ให้เข้าใจ เพื่อให้ทราบว่าเมื่อจบเนื้อหาแต่ละเรื่องแล้ว นักเรียนสามารถเรียนรู้อะไรได้บ้าง
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วตรวจคำตอบที่เฉลยไว้ เพื่อให้รู้ว่ามีพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษามากน้อยเพียงใด
3. ศึกษาเนื้อหาจากใบความรู้และทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดพร้อมตรวจจากเฉลยแบบฝึกหัด เพื่อเป็นการทบทวนให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้น ข้อใดที่เข้าใจผิดให้กลับไปทบทวนเนื้อหาหรือทำกิจกรรมซ้ำ เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง
4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหลังเรียน โดยมีเกณฑ์การผ่านตามเป้าหมายการเรียนรู้ 80% จนกว่าจะเข้าใจ แล้วเริ่มทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งจนกว่าจะได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80
5. นักเรียนแต่ละคนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เปิดดูเฉลยก่อนเรียน-หลังเรียน และเฉลยแบบฝึกกิจกรรมทุกกิจกรรม **การศึกษาคู่กิจกรรมการเรียนรู้จะไม่บรรจุวัตถุประสงค์** ถ้านักเรียนขาดความซื่อสัตย์ ไร้ซึ่งคุณค่าแห่งตน
6. นักเรียนต้องมีความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ มีความซื่อสัตย์ ความประหยัด ใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
7. ถ้านักเรียนต้องการข้อมูล หรือสาระเพิ่มเติมจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ สามารถค้นคว้าได้จากเอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรมที่ให้ไว้ท้ายเล่ม

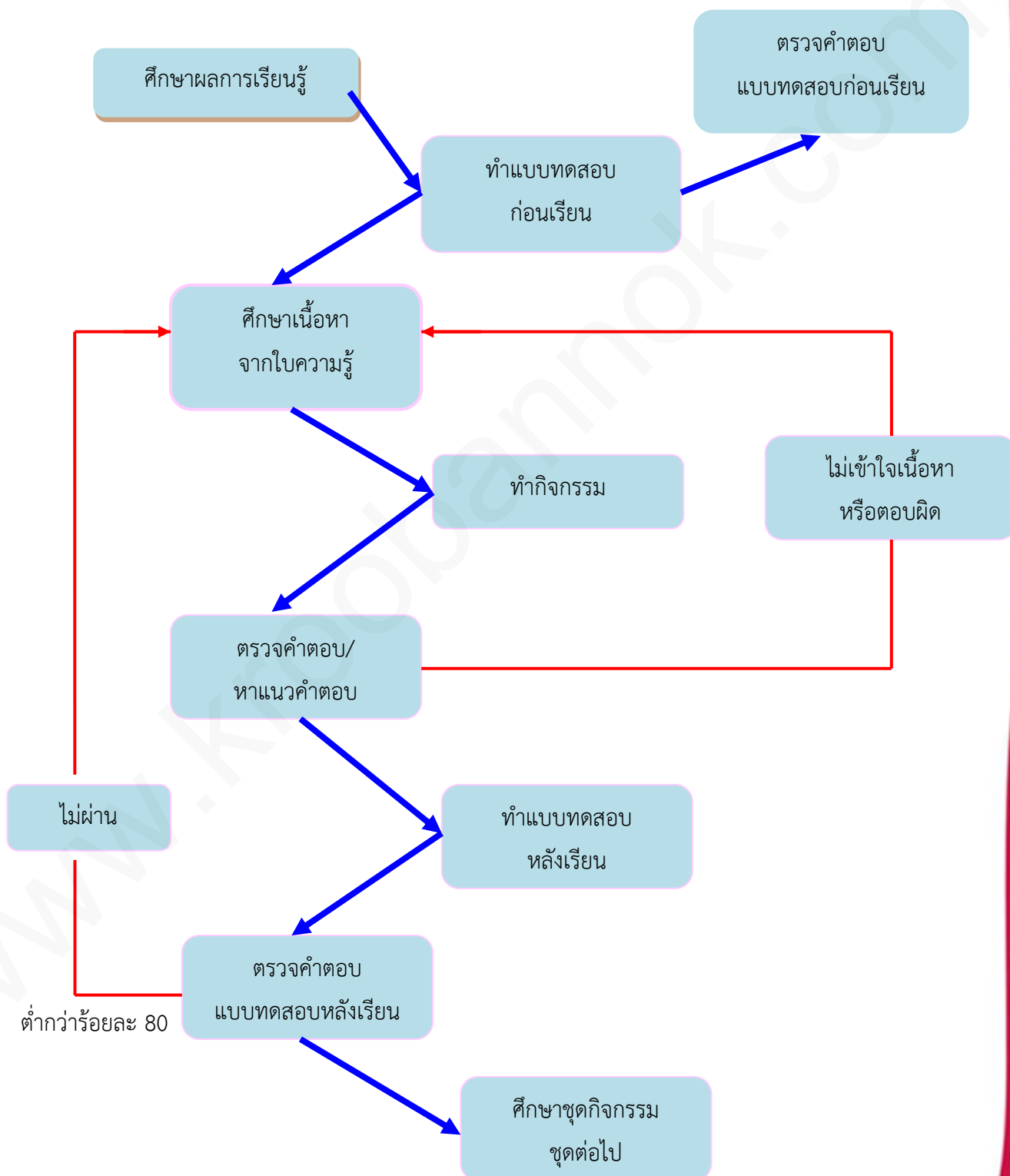




## แผนผังลำดับการใช้



## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้





## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เสียง

### การได้ยิน

ขอบข่ายของเนื้อหา  
ประกอบด้วย



ตอนที่ 1 มลภาวะของเสียง  
ตอนที่ 2 หูกับการได้ยิน  
ตอนที่ 3 เวลาทองเสียง







## สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

### สาระ

- สาระที่ 5 พลังงาน
- สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### ผลการเรียนรู้

อธิบายเกี่ยวกับการได้ยิน ได้แก่วัดระดับเสียง ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และผลของมลภาวะของเสียงต่อการได้ยิน







สาระ  
สำคัญ

องค์ประกอบที่ทำให้ได้ยินเสียงมีหลายอย่าง เช่น ความถี่เสียง ความเข้มเสียง ระดับเสียง และส่วนประกอบของหู ระดับเสียงสูงเกินไปจะทำให้เกิดมลภาวะของเสียง อาจทำให้สภาพหูของผู้รับฟังเสียงผิดปกติได้





### ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของมลภาวะของเสียงได้
2. อธิบายองค์ประกอบต่างๆของการได้ยิน
3. อธิบายลักษณะของการก้องของเสียงและเวลาก้องเสียงได้

### ด้านทักษะ / กระบวนการ

1. สืบค้นและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียง ผลกระทบและมาตรการแก้ไขปัญหามลภาวะทางเสียงได้

### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. มีจิตวิทยาศาสตร์





## ผังมโนทัศน์

### เสียง

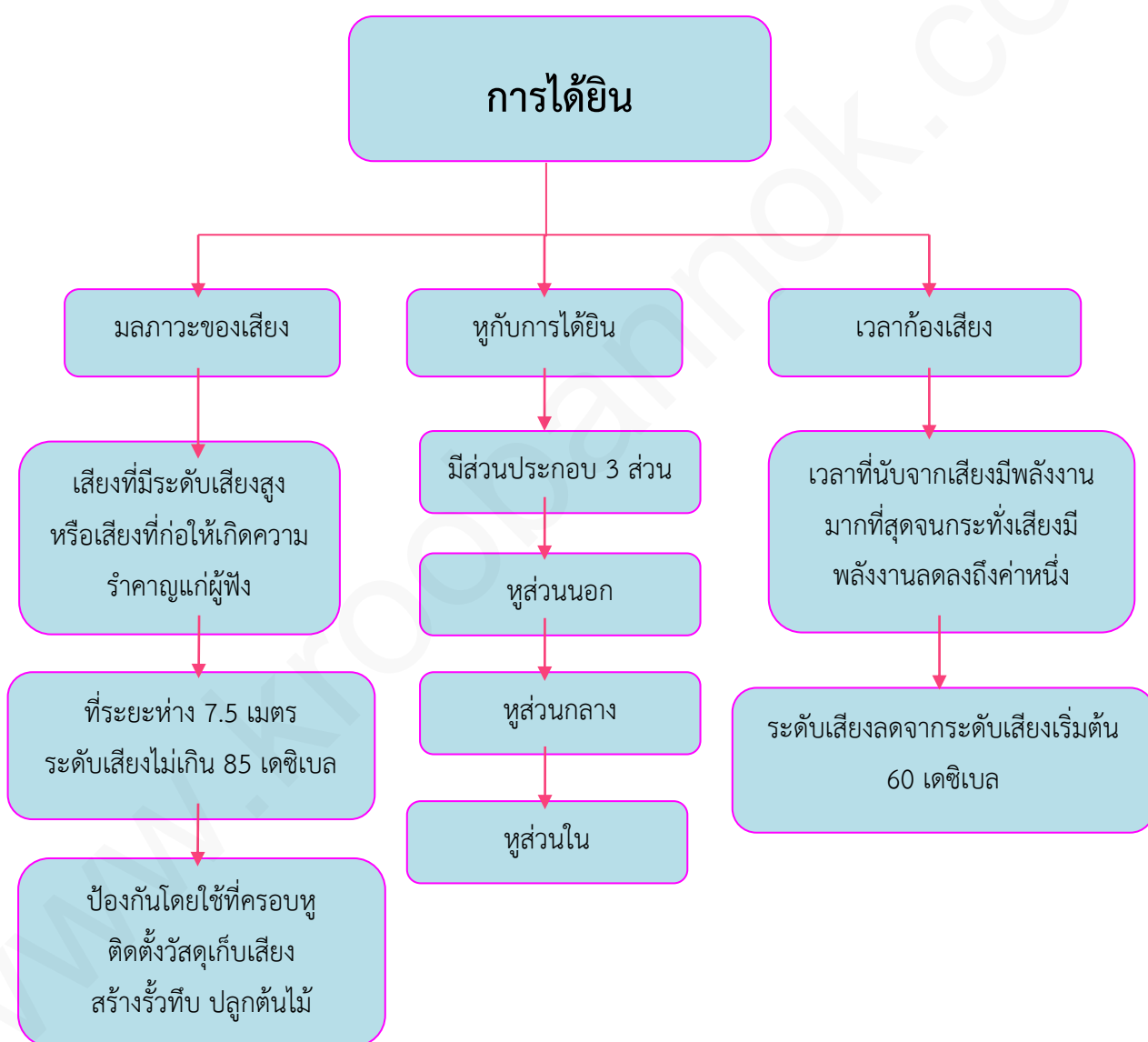






## ผังมโนทัศน์

### การได้ยิน





**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. ข้อความใดที่เกี่ยวกับเสียงและการรับเสียงของคนที่เป็นคำกล่าวที่ ผิด</p> <p>ก. อวัยวะที่ไวต่อความรู้สึกในการได้ยินเสียง ได้แก่ เยื่อแก้วหู</p> <p>ข. เสียงพูดของคนแต่ละคนแตกต่างกันเนื่องจาก มีอวัยวะปรุงแต่งเสียงแตกต่างกัน</p> <p>ค. เสียงพูดของคนเกิดจากการสั่นสะเทือนของ เส้นเสียงในกล่องเสียง</p> <p>ง. หูของคนเราสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำ หรือสูงมากเท่าไรก็ได้</p> | <p>4. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง</p> <p>ก. การแปลงเสียงออกมาให้เป็นภาษาแสดง ถึงความเจริญทางสมองของผู้พูด</p> <p>ข. เสียงนินทาว่าร้ายทำให้เราหงุดหงิดจึง จัดเป็นมลภาวะของเสียง</p> <p>ค. ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลดีต่อเสียงเพียงอย่างเดียว</p> <p>ง. เสียงในดิสโกเธค ซึ่งดังเกิน 85 เดซิเบล ไม่เป็นมลภาวะของเสียงเพราะทำให้เรา สนุกสนาน</p>               |
| <p>2. ความดังของเสียงที่ปลอดภัยและไม่เป็นอันตราย ต่อสุขภาพ เมื่อได้ยินไม่เกิน 8 ชั่วโมง ใน 1 วัน ตามที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดไว้ คือข้อใด</p> <p>ก. 85 เดซิเบล</p> <p>ข. 90 เดซิเบล</p> <p>ค. 110 เดซิเบล</p> <p>ง. 120 เดซิเบล</p>                                                                                                                                                      | <p>5. กลไกของการได้ยินเสียงมีกิจกรรมที่ หลากหลายได้แก่</p> <p>1. ประสาทส่งสัญญาณสู่สมอง</p> <p>2. สมองแปลความหมายของเสียง</p> <p>3. ส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนสู่ประสาท</p> <p>4. ขยายการสั่นสะเทือนให้แรงขึ้น</p> <p>5. เปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นแรงสั่นสะเทือน</p> <p>ขั้นตอนตามข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. 1 2 3 4 5</p> <p>ข. 1 2 4 3 5</p> <p>ค. 5 4 3 2 1</p> <p>ง. 5 3 4 2 1</p> |
| <p>3. ในกรณีใดต่อไปนี่ที่คิดว่าเป็นสภาพที่เกิดมลภาวะ ของเสียงน้อยที่สุด</p> <p>ก. เสียงดนตรีที่มีความดังเกิน 85 เดซิเบล</p> <p>ข. เสียงเครื่องบินที่กำลังบินอยู่ที่ระดับสูง</p> <p>ค. เสียงเครื่องจักรสำหรับคนทำงานในโรงงาน</p> <p>ง. เสียงบนถนนที่มีการจราจรหนาแน่น</p>                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |



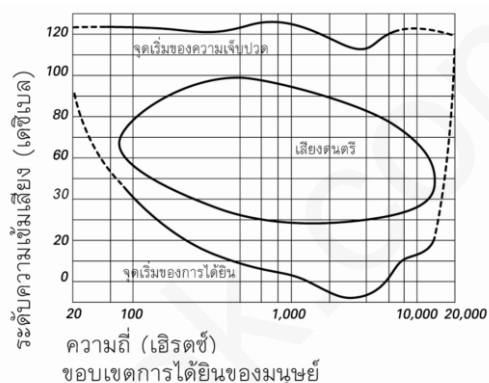
6. ข้อความใดถูกต้อง

1. กระดุกค้อน กระดุกทั่ง และกระดุกโกลน ทำหน้าที่รับรู้การเคลื่อนไหวของศีรษะ และการทรงตัว
  2. ท่อครึ่งวงกลม 3 อัน ที่เชื่อมต่อกับท่อรูปหอยโข่ง ทำหน้าที่รับสัญญาณการสั่นสะเทือนของแก้วหูในแนวระนาบและแนวดิ่ง
  3. คอเคลีย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียง แล้วแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้า ส่งไปแปลความหมายที่สมอง
  4. โพรงหูส่วนกลางทำหน้าที่ปรับระดับให้หูส่วนกลางมีความดันเท่ากับความดันของหูส่วนนอกเพื่อการได้ยินชัด
- คำตอบที่ถูกต้องคือ
- ก. 1 และ 2
  - ข. 2 และ 3
  - ค. 3 และ 4
  - ง. 1 และ 4

7. การตบที่หูอย่างแรงหรือตะโกนใส่หู ทำให้หูเป็นอันตรายถึงกับหูตึงได้ เนื่องจากสาเหตุใด

- ก. เกิดการอักเสบในหูชั้นใน
- ข. เกิดการอักเสบที่หูชั้นนอก
- ค. กระดุกเล็กๆ ในหูชั้นกลางเคลื่อน
- ง. เยื่อแก้วหูเป็นอันตรายหรือฉีกขาด

8. จากรูปแสดงช่วงความถี่และระดับเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้ สำหรับเสียงที่มีความถี่ 100 เฮิรตซ์ ระดับเสียงที่หูคนเริ่มได้ยินมีค่าเท่าใด



- ก. 0 เดซิเบล
  - ข. 20 เดซิเบล
  - ค. 30 เดซิเบล
  - ง. 60 เดซิเบล
9. การแคะหู ปั่นหู แล้วเกิดอาการคันมากขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุใด
- ก. เกิดการระคายเคืองที่เยื่อแก้วหู
  - ข. เกิดการระคายเคืองที่ต่อมไขมัน
  - ค. เกิดเชื้อราขึ้นในช่องหู
  - ง. ต่อมไขมันขับไขมันมาก
10. เพื่อหลีกเลี่ยงมลภาวะของเสียงข้อที่ไม่ควรทำคือ
- ก. หลีกเลี่ยงการไปสถานที่ที่มีรถจอแจ
  - ข. ควรหาบ้านพักให้ติดกับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อประหยัดเวลาในการเดินทาง
  - ค. การไปดูดนตรีควรนั่งห่างเวทีพอสมควรไม่ควรนั่งติดเวทีการแสดง
  - ง. เมื่อเข้าไปในโรงงานอุตสาหกรรมที่เครื่องจักรกำลังทำงานจะต้องใส่ที่ครอบหู





## กระดาษคำตอบ

## การได้ยิน

ชื่อ \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_

กระดาษคำตอบ				
แบบทดสอบก่อนเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ก่อนเรียน	10 คะแนน		
ร้อยละ	100		

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้บันทึก





1. ง

2. ก

3. ข

4. ข

5. ค

6. ค

7. ง

8. ค

9. ก

10. ข





1. ผลภาวะของเสียงคืออะไร



2. อาการหูตึงเกิดขึ้นได้จากอวัยวะส่วนใดบ้าง







1. มลภาวะของเสียงคืออะไร



ตอบ มลภาวะของเสียง คือ เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง หรือก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง เช่น เสียงจากโรงงานอุตสาหกรรม เสียงบนถนนที่มีการจราจรหนาแน่น

2. อาการหูตึงเกิดขึ้นได้จากอวัยวะส่วนใดบ้าง



ตอบ เยื่อแก้วหู และกระดูกค้อน กระดูกทั่ง กระดูกโกลน



เพื่อนๆพร้อมที่จะเข้าสู่  
บทเรียนแล้วใช่ไหมครับ



## ตอนที่ 1 มลภาวะของเสียง



- จุดประสงค์การเรียนรู้ :
1. อธิบายความหมายของมลภาวะของเสียงได้
  2. สืบค้นและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียง  
ผลกระทบและมาตรการแก้ไขปัญหามลภาวะทางเสียงได้

มลภาวะของเสียง คืออะไร



มลภาวะทางเสียง คือ เสียงที่มีระดับเสียงสูง หรือเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง



รูป 4.1 แสดงมลภาวะทางเสียง

ที่มา <http://erikdwyer.wordpress.com/2012/04/08/noisepollution/>



รูป 4.2 แสดงมลภาวะทางเสียงจากเครื่องบิน

ที่มา <http://www.noisecontrol.com/what-is-noise-pollution/>





## ข้อควรรู้

### 1. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเสียง

เนื่องจากเสียงที่มีระดับเสียงสูง เป็นอันตรายต่อผู้ฟังที่อยู่ใกล้ กระทรวงมหาดไทยจึงได้ออกประกาศเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่มีเสียงดังโดยมีเกณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเสียง

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

- พาหนะส่วนใหญ่มีระดับเสียงสูงเกิน 85 เดซิเบล ซึ่งมาตรฐานระดับความเข้มเสียง กำหนดว่าระดับความเข้มเสียงจากยานพาหนะ ณ ที่ระยะห่าง 7.5 เมตร จากที่อยู่อาศัยจะต้องไม่เกิน 85 เดซิเบล
- การป้องกันระดับเสียงสูงๆ เช่น ใช้วัสดุเก็บเสียง ใช้สปริงหรือยางลดการสั่นของเครื่องทำงาน ใช้จุกอุดหูหรือที่ครอบหู หรือติดตั้งวัสดุเก็บเสียงจะสามารถช่วยลดมลภาวะของเสียงได้



รูป 4.3 แสดงการใส่ที่ครอบหูป้องกันเสียง  
ที่มา <http://www.maritimejournal.com/news101/marine-renewable-energy/offshore-processing-centre-opens-in-ne-england>



รูป 4.4 แสดงการใส่ที่ครอบหูป้องกันเสียง  
ที่มา <http://www.webmd.com/healthy-aging/severe-hearing-loss-10/slideshow-causes>



### ผลกระทบจากมลภาวะทางเสียง

1. การได้ยิน: การสูญเสียการได้ยิน เสียงดังรบกวน เกิดเสียงหวีดก้องในหูหรือในสมอง
2. สุขภาพกาย: ความดันโลหิตสูง ใจสั่น หัวใจเต้นเร็ว มือเท้าเย็น การไหลเวียนกระแสโลหิตบกพร่อง จนถึงโรคหัวใจ
3. สุขภาพจิต: การรบกวนการพักผ่อน เกิดความเครียด และสภาวะตื่นตระหนก ซึ่งพัฒนาไปสู่อาการเจ็บป่วยเรื้อรังและโรคจิตประสาทได้
4. สมาธิ ความคิด และการเรียนรู้: การรบกวนสมาธิ การคิดค้น วิเคราะห์ข้อมูล และการลดประสิทธิภาพการเรียนรู้ และการตั้งใจรับฟัง
5. ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน: การรบกวนระบบและความต่อเนื่องของการทำงาน และทำให้งานล่าช้า ลดทั้งคุณภาพและปริมาณ
6. การติดต่อสื่อสาร: ขัดขวางการได้ยิน และทำให้ต้องตะโกนสื่อสารกัน ทำให้การสื่อสารบกพร่อง เกิดความเพี้ยนในการได้ยิน ในเด็กเล็กที่กำลังเรียนพูด จะถ่วงพัฒนาการในการฟัง การพูด และการออกเสียง ในผู้ใหญ่จะเป็นอุปสรรคต่อการรับฟังสัญญาณเตือนภัยอันอาจทำให้เกิด อุบัติเหตุและอันตราย
7. การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมก้าวร้าว: เสียงดังเรื้อรังอาจก่อให้เกิดความรุนแรง ทำร้ายผู้อื่น
8. การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรม: กระตุ้นให้เกิดค่านิยมในความรุนแรง ไม่เคารพสิทธิในความสงบสุขของผู้อื่นและสังคมโดยรวม และการขาดมารยาทสังคมที่ดีงาม



## มลภาวะของเสียง

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

### กิจกรรมที่ 4.1 มลภาวะทางเสียงใกล้ตัว

#### วิธีทำ

1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียงในบริเวณต่าง ๆ ในท้องถิ่น เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การจราจร เป็นต้น ในหัวข้อดังนี้
  - 1.1 ที่มาของมลภาวะทางเสียง
  - 1.2 ปัญหาและอันตรายจากมลภาวะทางเสียง
2. รายงานผลหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการลดมลภาวะทางเสียง

#### คำถามก่อนทำกิจกรรม

#### ปัญหา

1. ปัญหาของการทำกิจกรรมนี้คืออะไร

---



---

#### สมมติฐาน

2. ในชุมชนของนักเรียนมีแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นมลภาวะทางเสียงหรือไม่ และมีวิธีแก้ไขอย่างไร

---



---



[illegible]



## คำถามหลังทำกิจกรรม

### แปลความหมายและสรุปผล

1. ผลภาวะของเสียง ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของบุคคลในเรื่องใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. วิธีแก้ไขปัญหากหากชุมชนมีแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นมลภาวะทางเสียงจะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. ผลภาวะของเสียงที่เป็นปัญหาของประเทศไทยปัจจุบันมีอะไรบ้าง นักเรียนจะเสนอแนะแนวทางและวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....







แนวคำตอบ

## มลภาวะทางเสียง

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

### กิจกรรมที่ 4.1 มลภาวะทางเสียงใกล้ตัว

#### วิธีทำ

1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลภาวะทางเสียงในบริเวณต่าง ๆ ในท้องถิ่น เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การจราจร เป็นต้น ในหัวข้อดังนี้
  - 1.1 ที่มาของมลภาวะทางเสียง
  - 1.2 ปัญหาและอันตรายจากมลภาวะทางเสียง
2. รายงานผลหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการลดมลภาวะทางเสียง

#### คำถามก่อนทำกิจกรรม

#### ปัญหา

1. ปัญหาของการทำกิจกรรมนี้คืออะไร (1 คะแนน)

สาเหตุและผลที่เกิดจากมลภาวะทางเสียงมีอะไรบ้าง

#### สมมติฐาน

2. ในชุมชนของนักเรียนมีแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นมลภาวะทางเสียงหรือไม่ มีวิธีแก้ไขอย่างไร

(1 คะแนน)

พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน

แนวคำตอบ

เช่น สนามบิน แหล่งชุมชน ทางรถไฟ โรงงานอุตสาหกรรม วิธีแก้ไข เช่น การสร้างรั้วบ้าน  
สูงๆ การใส่ที่ครอบหูป้องกัน





## บันทึกผลการทำกิจกรรม (4 คะแนน)

พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน

### แนวการตอบ

**ปัญหาเสียงดังในงานอุตสาหกรรม** นับได้ว่าเป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่สำคัญ เสียงดังไม่ใช่เพียงแต่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะทางร่างกาย คือ ทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน หรือเกิดอันตรายต่อสภาพหูของผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น หากแต่ยังก่อให้เกิดผลทางด้านจิตใจของผู้ปฏิบัติงาน รบกวนสมาธิการทำงาน ก่อปัญหาการสื่อสารผิดพลาด และนำมาซึ่งการเกิดอุบัติเหตุหรือประสบอันตรายจากการทำงานได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่สถานประกอบกิจการจะต้องมีการดำเนินการตรวจ การที่มีประสิทธิภาพ เพื่อจัดการมลพิษทางเสียงจากการทำงานอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเภทกิจการหรือกระบวนการที่ต้องสัมผัส หรือเกี่ยวข้องกับที่มีเสียงดังเกินเกณฑ์มาตรฐาน แม้จะมีการจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลใช้ แต่หากไม่มีมาตรการเชิงบริหารจัดการที่ดีก็ย่อมไม่ทำให้บรรลุสัมฤทธิ์ผลในเชิงป้องกัน

แนวทางหนึ่งในการสร้างเสริมสนับสนุนการดำเนินการดังกล่าว คือ การพัฒนาองค์ความรู้ของผู้ปฏิบัติงาน ผู้ประกอบการ นายจ้าง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน รวมถึงเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานของภาครัฐ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและมีแนวคิดที่ถูกต้องเหมาะสม โดยจะแยกเป็น

1. ความจำเป็นที่ต้องมีการจัดการมลพิษทางเสียง
2. มาตรฐานเสียงจากอุตสาหกรรม
3. การประเมินการสัมผัสเสียง
4. การจัดทำโครงการการอนุรักษ์การได้ยิน
5. การเฝ้าระวังการได้ยิน และระบบการส่งต่อ
6. อุปกรณ์ป้องกันการสูญเสียการได้ยิน





## คำถามหลังทำกิจกรรม

### แปลความหมายและสรุปผล

1. ผลภาวะของเสียง ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของบุคคลในเรื่องใดบ้าง (1 คะแนน)
  1. ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน
  2. มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยทั่วไป เช่น ความดันโลหิตสูงขึ้น เครียด หัวใจเต้นแรง เป็นต้น
  3. ผลกระทบด้านจิตใจ เช่น รำคาญ หงุดหงิด เครียด เป็นต้น
  4. ผลกระทบต่อการทำงาน ทำให้ขาดสมาธิ และทำงานผิดพลาดได้
2. วิธีแก้ไขปัญหากหากชุมชนมีแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นมลภาวะทางเสียงจะอย่างไร (1 คะแนน)
 

มาตรการแก้ไขปัญหามลภาวะทางเสียง ได้แก่ มาตรการทางกฎหมายและกฎระเบียบต่างๆ

การให้การศึกษาและประชาสัมพันธ์ การดูแลปรับปรุงเครื่องยนต์ให้มีสมรรถภาพดีขึ้น

การใส่ที่ครอบหู หรืออุปกรณ์ป้องกันเสียง
3. ผลภาวะของเสียงที่เป็นปัญหาของประเทศไทยปัจจุบันมีอะไรบ้าง นักเรียนจะเสนอแนะแนวทาง และวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวเหล่านั้นได้อย่างไร (2 คะแนน)
 

มลภาวะของเสียงที่เป็นปัญหามี 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดเสียง ได้แก่

  1. แหล่งกำเนิดเสียงรบกวนประเภทอยู่กับที่ เช่น โรงภาพยนตร์ โรงงานอุตสาหกรรม อู่ซ่อมรถยนต์ สถานเริงรมย์ สถานบริการต่างๆ เป็นต้น
  2. แหล่งกำเนิดเสียงรบกวนประเภทเคลื่อนที่ เช่น เสียงที่เกิดจากยานพาหนะทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการก่อสร้างหรือเครื่องขยายเสียงเคลื่อนที่ เป็นต้น

ในส่วนแนวทางแก้ไขพิจารณาจากคำตอบของนักเรียน





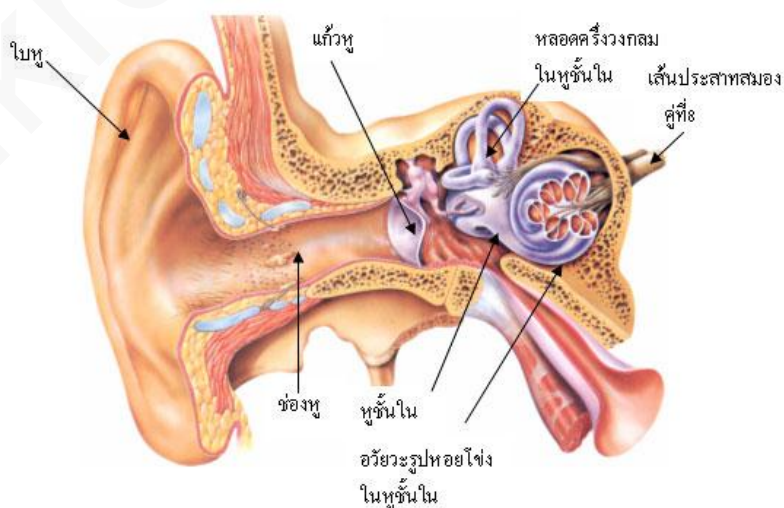
## หูกกับการไต่ยีน



ถ้าไม่มีใบหู มีผลต่อการรับฟังเสียงหรือไม่



เราสามารถได้ยินเสียงที่แตกต่างกัน หลายพันเสียงตั้งแต่เสียงหวานของไวโอลิน จนถึงเสียง  
อึกทึกครึกโครมของรถจักรยานยนต์ เพราะเรามีอวัยวะรับเสียงที่สำคัญคือ “หู(Ear)” ซึ่งเป็นอวัยวะรับ  
สัมผัสที่ทำหน้าที่ทั้งการได้ยินและการทรงตัว ส่วนของหูเกือบทั้งหมดจะซ่อนอยู่ภายในกะโหลกศีรษะ  
โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน ดังรูป 4.5



รูป 4.5 ส่วนประกอบของทุ

ที่มา [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3\\_3.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3_3.htm)





## หูชั้นนอก (Outer ear)

ประกอบด้วยใบหู(pinna) และรูหู(ear cannal)

โครงสร้างของใบหูเป็นกระดูกอ่อนจะทำหน้าที่รับและรวบรวมคลื่นเสียงให้ผ่านช่องหูชั้นนอก ภายในรูหูจะมีต่อมสร้างไขมันมาเคลือบไว้ ทำให้หนังรูหูไม่แห้งและป้องกันอันตรายไม่ให้แมลงและฝุ่นละอองเข้าสู่ภายใน ป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเมื่อมีจำนวนมากจะสะสมกลายเป็นขี้หูซึ่งจะหลุดออกมาเอง จึงไม่ควรแคะหูบ่อยๆ เพราะเป็นการกระตุ้นให้ต่อมสร้างขี้หูเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นอันตรายถึงเยื่อแก้วหูได้ ถ้าแคะหูลึกไปถึงเยื่อแก้วหูทำให้เยื่อแก้วหูขาดและอาจกลายเป็นคนหูหนวกได้ ส่วนเยื่อแก้วหู (eardrum หรือ tympanic membrane) เป็นรอยต่อระหว่างหูชั้นนอกกับหูชั้นกลางลักษณะเป็นเยื่อบางๆ กั้นอยู่ สามารถสั่นได้เมื่อได้รับคลื่นเสียงเหมือนกับหนังหน้ากลองเมื่อถูกตีและส่งแรงสั่นสะเทือนเข้าไปในหูชั้นกลาง

## หูชั้นกลาง (Middle ear)

มีลักษณะเป็นโพรง ติดต่อกับโพรงจมูกและมีท่อติดต่อกับคอหอยเรียกว่า ท่อยูสเทเซียน (eustachian tube หรือ auditory tube) ปกติท่อนี้จะปิด แต่ขณะเคี้ยวหรือกลืนอาหาร ท่อนี้จะขยับเปิดเพื่อปรับความดัน 2 ด้านของเยื่อแก้วหูให้เท่ากัน ความแตกต่างระหว่างความดันอากาศภายนอกและภายในหูชั้นกลางอาจทำให้เยื่อแก้วหูถูกดันให้โป่งออกหรือถูกดันเข้า ทำให้การสั่นและการนำเสียงของเยื่อแก้วหูลดลง หากมีการอุดตันของท่อนี้จะทำให้หูอื้อหรือปวดหู ร่างกายจึงมีการปรับความดันในช่องหูชั้นกลางโดยผ่านแรงดันอากาศบางส่วนไปทางท่อยูสเทเซียน ซึ่งถ้ามีเชื้อโรคในคอหรือจมูกจะมีผลให้เชื้อโรคเข้าสู่หูชั้นกลางทางท่อนี้และทำให้เกิดการอักเสบในหูได้ง่ายขึ้น

### โครงสร้างของอวัยวะในหูชั้นกลางที่สำคัญมีดังนี้

#### 1. กระดูกภายในหูชั้นกลาง (auditory ossicles) ประกอบด้วย

กระดูกค้อน (malleus) กระดูกทั่ง (incus) กระดูกโกลน (stapes อ่านว่า สเตปัส) กระดูกทั้ง 3 ชิ้นจะยึดติดกันเป็นระบบคานดีคานัง (lever system) เพื่อนำคลื่นเสียงที่มากระทบเข้าไปสู่หูชั้นใน

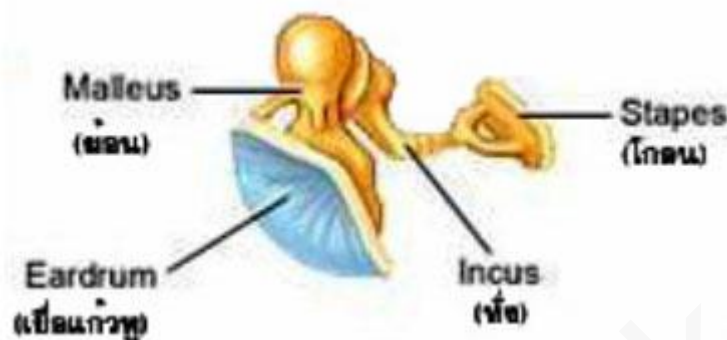
#### 2. กล้ามเนื้อของหูชั้นกลาง (middle ear muscles) มี 2 มัด คือ

2.1 กล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาไน (tensor tympani muscle) เลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 มีหน้าที่ทำให้แก้วหูตึงโดยถูกดึงเข้าข้างใน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความถี่ให้กับเสียงสะท้อน (resonant frequency) ของระบบการนำเสียง ทำให้รับเสียงที่มีความถี่ต่ำได้ดีขึ้น

2.2 กล้ามเนื้อสเตปเดียส (stapedius muscle) เลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 ยึดเกาะที่ด้านหลังของกระดูกโกลน (stapes) มีหน้าที่ดึงกระดูกโกลนมาทางด้านหลัง เพื่อช่วยป้องกันหูชั้นในจากเสียงที่ดังมากๆ จะเห็นได้ว่าการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสองมัดจะช่วยปรับและป้องกันการกระเทือนต่อหูชั้นกลางและ

หูชั้นในที่มีสาเหตุจากเสียงที่ดังมากๆ โดยเฉพาะเสียงที่มากระทบเยื่อแก้วหูซึ่งมีความดันเกิน 85 เดซิเบล

3. เส้นประสาทที่ผ่านหูชั้นกลางได้แก่ แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 (chorda tympani nerve) แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 9 (glossopharyngeal nerve) และแขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 (trigeminal nerve)



รูป 4.6 แสดงลักษณะของกระดูกทั้ง 3 ชิ้น ในหูชั้นกลาง  
ที่มา [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3\\_3.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3_3.htm)

เนื่องจากโครงสร้างของหูชั้นกลางที่ติดต่อกับหูชั้นนอกทางเยื่อแก้วหู และติดต่อกับคอทางท่อ ยูสเตเชียน ติดต่อกับหูชั้นในทางหน้าต่างรูปไข่ (oval window) และหน้าต่างรูปกลม (round window) โดยทั้งช่องหน้าต่างรูปไข่และรูปกลมจะมีเยื่อบางๆ กั้นอยู่ (oval window membrane และ round window membrane) ช่วยให้หูชั้นกลางสามารถทำหน้าที่สำคัญ 2 อย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพคือการ ขยายเสียง (amplifying sound) และการป้องกันเสียงดัง (ear protection)

### หูชั้นใน (Inner ear)

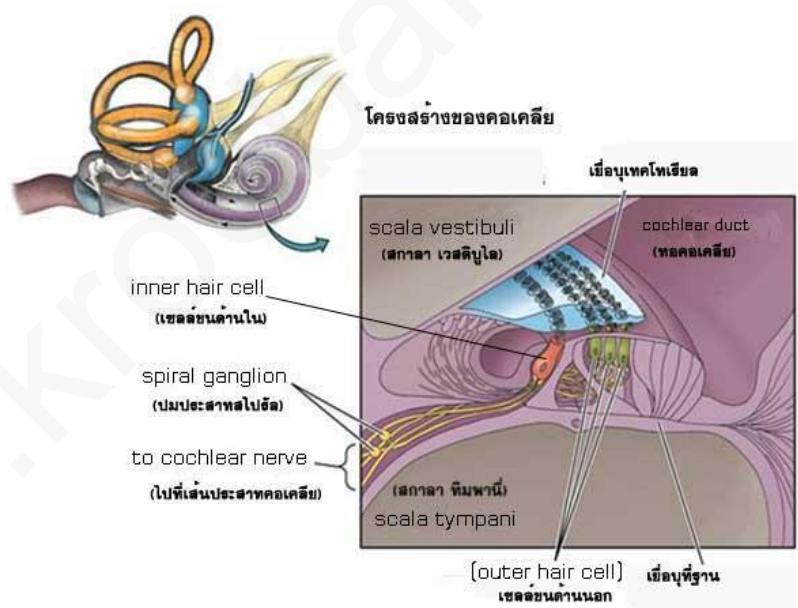
เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แลบบิรินท์ (labyrinth) ฝังอยู่ในกระดูกเทมโปราล (temporal bone) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง (cochlea portion) ประกอบด้วยท่อกลมขดซ้อนกันเป็นรูปก้นหอย 2 รอบครึ่ง สูงประมาณ 5 มิลลิเมตร กว้าง 9 มิลลิเมตร ภายในของท่อกลมแบ่งออกเป็น 3 ช่อง สองช่องใหญ่ เรียกว่า สกาลา เวสติบูลไ (scala vestibuli) และสกาลา ทิมพาไน (scala tympani) ซึ่งจะขนาบช่องเล็ก ตรงกลางเอาไว้โดยตลอดตั้งแต่ฐานจนถึงยอดของก้นหอย โดยบริเวณที่พบกันเรียกว่า เฮลิโคเทรมา (helicotrema) ภายในสกาลาทั้งสองนี้จะมีของเหลวบรรจุอยู่ เรียกว่า เพอริลิมฟ์ (perilymphatic fluid) สกาลา ทิมพาไนจะติดต่อกับหูชั้นกลางทางหน้าต่างรูปกลม (round window) และทางเปิดของสกาลา เวสติบูลไ จะติดต่อกับหูชั้นกลางทางหน้าต่างรูปไข่ (oval window)

ช่องตรงกลางที่ขนาบด้วย สกาลา เวสติบูลไ และสกาลา ทิมพาไน เรียกว่า สกาลา มีเดีย (scala media) หรือ ท่อคอเคลีย (cochlea duct) ผนังที่กั้นท่อคอเคลียจากสกาลา เวสติบูลไ เรียกว่าเยื่อเวสติบูลาร์ (vestibular membrane) หรือ เยื่อรูสเนอร์ (Reissner's membrane) ส่วนผนังที่กั้นจากสกาลา ทิมพา

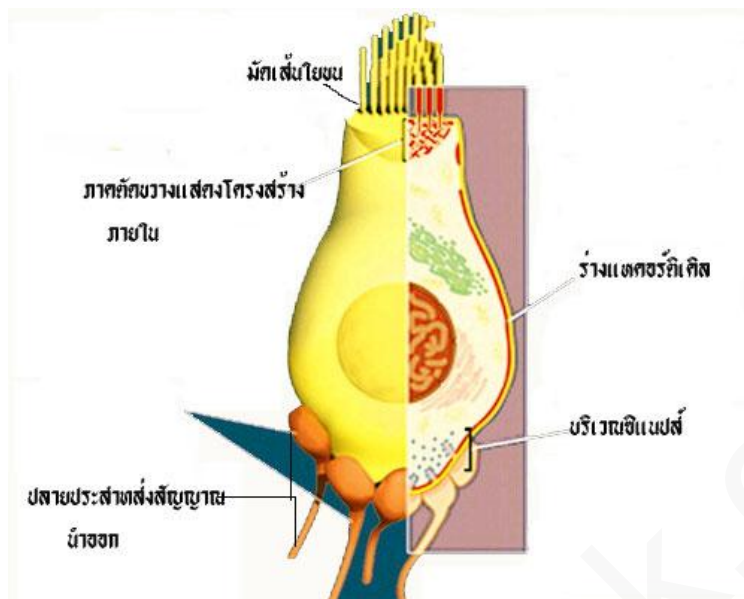
ใน เรียกว่าเยื่อฐาน (basilar membrane) ผนังด้านในของสกาลา มีเดีย เป็นบริเวณที่มีเส้นเลือดมาเลี้ยงจำนวนมาก เรียกว่า สไตรอา วาสคิวลาริส (stria vascularis) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตของเหลวเรียกว่า เอ็นโดลิมพ์ (endolymphatic fluid) ของเหลวที่ผลิตออกมาจะขังรวมอยู่ใน สกาลา มีเดีย นอกจากนี้ภายในสกาลา มีเดีย ยังมีอวัยวะสำหรับรับเสียงเรียกว่า อวัยวะคอร์ติ (organ of Corti) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. เซลล์ขน (hair cells) เป็นตัวรับการกระตุ้นของเสียง ซึ่งมีอยู่สองแถว คือแถวนอก (outer hair cells) มีอยู่ราวๆ 12,000-20,000 เซลล์ ส่วนแถวใน (inner hair cells) มีอยู่ราว 3,600 เซลล์ นอกจากนี้ยังมีเซลล์ประกอบอยู่ข้างเคียงอีกเล็กน้อยซึ่งไม่มีความสำคัญนัก
2. แผ่นเยื่อบางๆ มีลักษณะเป็นแผ่นวุ้น (gelatinous substance) เรียกว่า เยื่อบูเทคโทเรียล (tectorial membrane) ซึ่งจะขยับขึ้นลงในขณะที่มีเสียงกระตุ้นหู และจะเป็นตัวกระตุ้นเซลล์ขนให้รู้สึกว่ามีเสียงมาสัมผัส
3. เส้นประสาทรับความรู้สึก จากเซลล์ประสาทรวมตัวกันเป็นปมประสาทเรียกว่า ปมประสาทสไปรัล (spiral ganglions) จากนั้นจะรวมเป็นเส้นประสาทใหญ่ เรียกว่า เส้นประสาทอะคูสติก (acoustic nerve) หรือเส้นประสาทคอเคลีย (cochlear nerve) ซึ่งจะรวมเป็นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 วิ่งเข้าสู่สมอง ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน (auditory cortex) บริเวณพู่ด้านขมับ (temporal lobe)



รูป 4.7 แสดงโครงสร้างส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียงของหูชั้นใน  
ที่มา [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3\\_3.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3_3.htm)



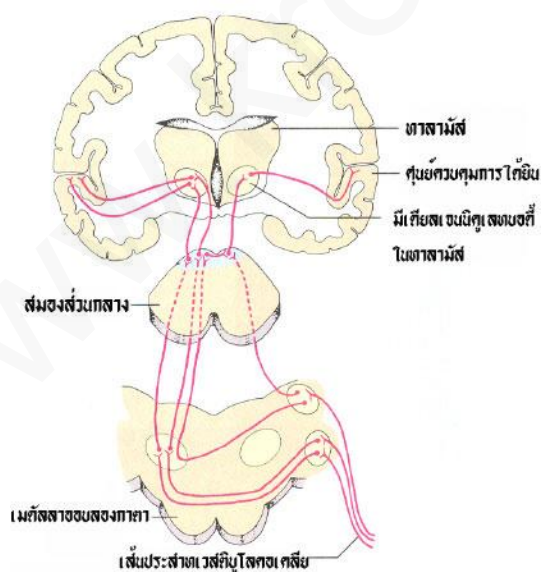


รูป 4.8 แสดงลักษณะเซลล์ขนในอวัยวะคอร์ติ (organ of Corti)

ที่มา [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3\\_3.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3_3.htm)

กระแสประสาทจากเซลล์ขนจะถูกส่งเข้าสู่ใยประสาทของเส้นประสาทคอเคลีย (cochlear nerve) และเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 (auditory nerve) เพื่อซีแนปส์กับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่คอเคลียนิวเคลียส (cochlear nuclei) ของสมองส่วนพอนด์และเมดัลลา จากนั้นจะซีแนปส์กับเซลล์ประสาทตัวที่ 3 ที่มีเดียนเจนิคูลาทอดี (medial geniculate body) และอินฟีเรียคอลลิคูลัส (inferior colliculus) ในสมองส่วนกลาง แล้วส่งไปยังศูนย์การได้ยิน (auditory cortex) ในสมองส่วนพู่ด้านขมับ (temporal lobe)

ดังรูป 4.9



รูป 4.9 แสดงการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการได้ยิน

ที่มา [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3\\_3.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3_3.htm)

จะเห็นได้ว่าอวัยวะรับเสียงของมนุษย์มีโครงสร้างและกลไกในการทำงานที่มีประสิทธิภาพช่วยให้มนุษย์สามารถรับฟังเสียงที่มีความดังในระดับต่างๆ และเป็นอันตรายน้อยที่สุดโดยผู้ที่ศึกษาทดลองและค้นพบคำอธิบายที่ช่วยให้เข้าใจสรีรวิทยาของหูชั้นในได้ดีขึ้นและได้รับรางวัลโนเบลสาขาสรีรวิทยาหรือการแพทย์ ในปี ค.ศ. 1961 คือ เกอร์ก วอน เบเคซี (Georg von Békésy) จากผลงานเกี่ยวกับการศึกษาวิธีถ่ายทอดพลังงานเสียงภายในคอเคลีย (cochlea) ซึ่งอยู่ในหูชั้นใน

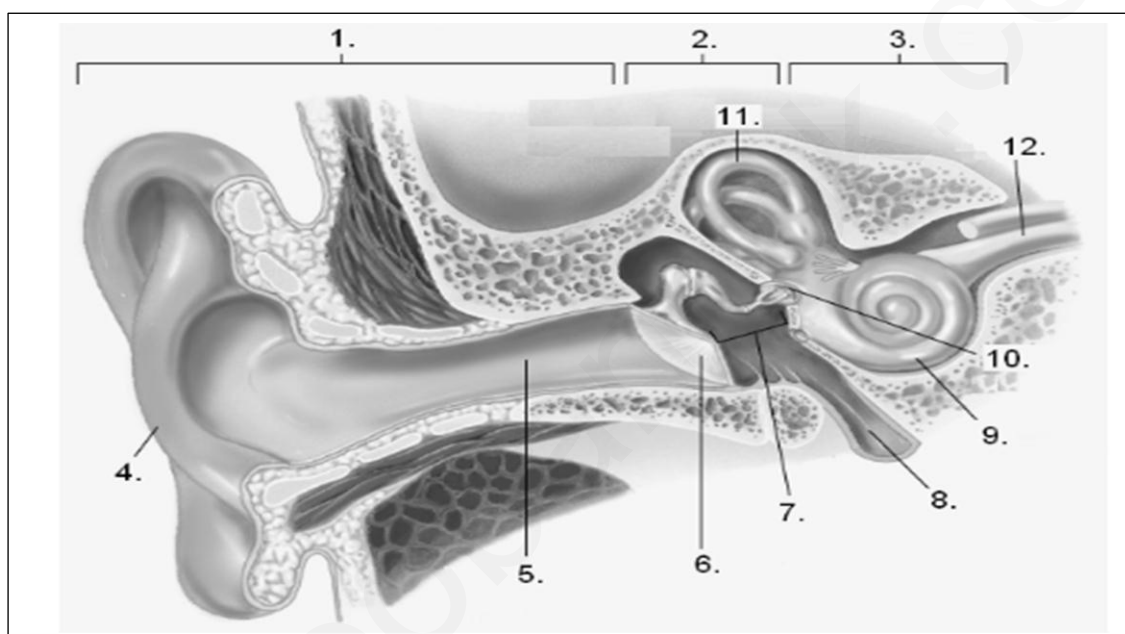






## หูกกับการได้ยิน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมส่วนประกอบของหูจากแผนภาพข้างล่าง ลงในข้อ 1 - 12 ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)



ที่	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

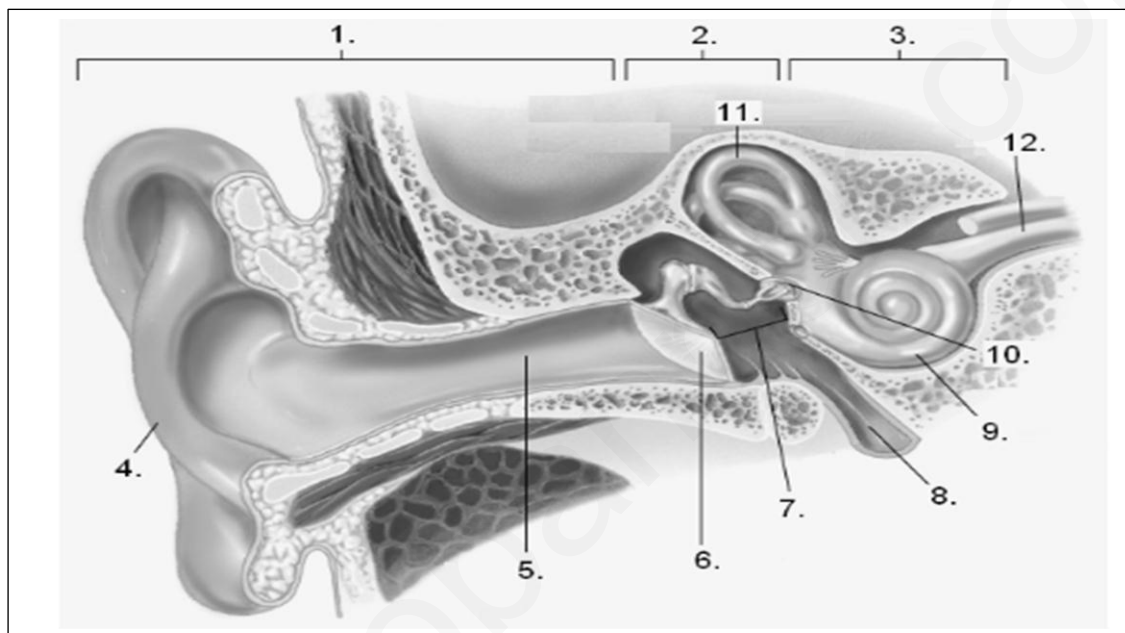




แนวคำตอบ

## หูกกับการได้ยิน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมส่วนประกอบของหูจากแผนภาพข้างล่าง ลงในข้อ 1 – 12 ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)



ที่	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ
1	หูชั้นนอก	Outer ear
2	หูชั้นกลาง	Middle ear
3	หูชั้นใน	Inner ear
4	ใบหู	Pinna
5	ช่องหู	Ear cannal
6	แก้วหู	Eardrum
7	กระดูกภายในหูชั้นกลาง	auditory ossicles
8	ท่อยูสเตเชียน	Eustachian tube
9	คอเคลีย	Cochlea
10	กระดูกโกลน	stapes
11	หลอดครึ่งวงกลมในหูชั้นใน	Semicircular canal
12	เส้นประสาทสมองคู่ที่ 8	Auditory nerve



## ตอนที่ 3

ขอบเขตความสามารถในการได้ยินเสียง  
และเวลาก้องเสียง

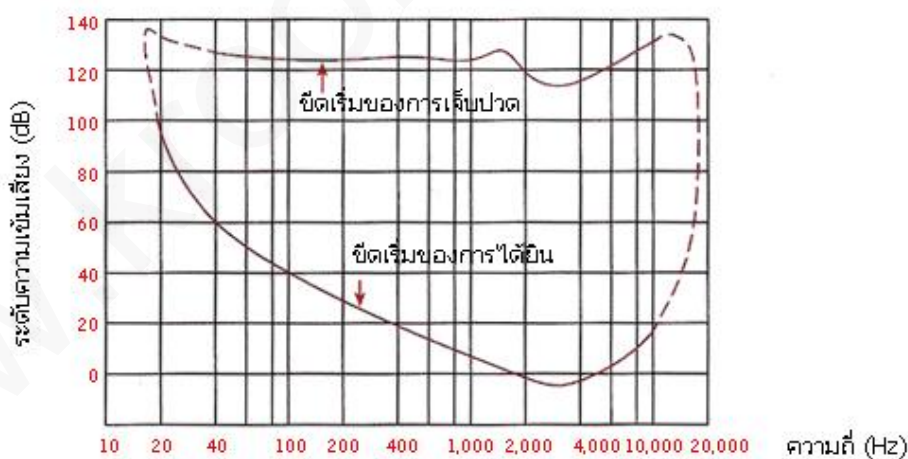
จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายลักษณะของการก้องเสียงและเวลาก้องเสียงได้

เมื่อเราตะโกนในห้องน้ำจะได้ยินเสียงอย่างไร



ขอบเขตความสามารถในการได้ยินเสียงและเวลาก้องเสียง

เราทราบแล้วว่า ขอบเขตความสามารถของการได้ยินเสียงของหูคนขึ้นกับระดับความเข้มเสียง และความถี่ของเสียง จากการศึกษาความสามารถทางการได้ยินของคนปกติพบว่า ช่วงความถี่และระดับความเข้มของเสียงที่คนเราสามารถรับรู้ได้มีความสัมพันธ์กันดังรูป 4.10



รูป 4.10 แสดงช่วงความถี่และระดับเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้

ที่มา [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=75595](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75595)

จากรูป จะเห็นได้ว่าสำหรับเสียงที่มีความถี่ต่างๆ เช่น 20 - 30 เฮิรตซ์ หูจะได้ยินเสียงดังกล่าวก็ต่อเมื่อเสียงนั้นมีระดับความเข้มเสียง 60 - 70 เดซิเบล ซึ่งแตกต่างกับเสียงที่มีความถี่สูงปานกลาง เช่น 1,000 เฮิรตซ์ ที่เราสามารถได้ยินแม้จะมีระดับความเข้มเสียงเพียง 10 เดซิเบลก็ตาม กราฟเส้นล่างแสดงตำแหน่งขีดเริ่มของการได้ยิน(threshold hearing) และกราฟเส้นบนแสดงขีดเริ่มของความ





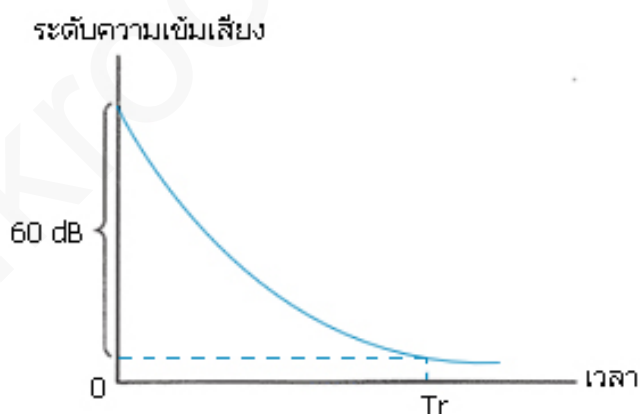


**เจ็บปวด (threshold of pain)** พื้นที่ซึ่งล้อมรอบด้วยกราฟเส้นบนและเส้นล่างนี้จะแทนขอบเขตของการได้ยินของคน เสียงที่เราสามารถรับรู้ได้จะมีความถี่และระดับความเข้มเสียงอยู่ในขอบเขตของการได้ยินนี้

กราฟการได้ยินของมนุษย์ ช่วยให้เราเข้าใจได้ว่าทำไมวิทยุกระเป๋าคือที่มีกำลังเสียงเพียง 0.25 วัตต์ สามารถส่งกระจายข่าวสารและดนตรีให้เราได้ยินอย่างชัดเจน เพราะว่าเสียงที่ใช้พูดคุยสนทนา ทั่วไปจะมีความถี่ ในช่วง 1000 - 8000 เฮิรตซ์ ซึ่งการได้ยินต้องการระดับความเข้มเสียงใกล้เคียง 0 - 10 เดซิเบล ก็สามารถทำให้ผู้ได้ยินชัดเจน แล้วเสียงเพลงก็อยู่ในความถี่ช่วงนี้เช่นกัน สำหรับเสียงเบสและเสียงแหลมมันต้องใช้เครื่องขยายเสียงที่มีกำลังสูงกว่านี้

### เวลาก้องเสียง

เวลาที่นับจากขณะเสียงมีพลังงานมากที่สุดจนกระทั่งเสียงมีพลังงานลดลงถึงค่าหนึ่งกำหนดลดลง 60 เดซิเบล คือ เวลาก้องเสียง ( $T_r$ ) ในห้องประชุมที่มีการสะท้อน เช่น ห้องกระจกหรือผนังตึกที่ว่างเปล่า ค่า ( $T_r$ ) จะสูงมาก จนเวลาเปิดเครื่องขยายเสียงจะมีเสียงก้องนานมากจนกระทั่งฟังเสียงคนพูดไม่รู้เรื่อง หรือนำรำคาญดังนั้น ในการออกแบบห้องประชุม โรงละคร หรือโรงภาพยนตร์ วิศวกรและสถาปนิกจะต้องคำนึงถึงเสียงก้องเสมอ ในห้องที่มีเสียงก้องมากเกินไป ต้องใช้วัสดุเก็บเสียง เช่น ฝ้าเพดาน กระดาษขุ่นอ้อย หรือพรมปูที่พื้นห้องเพื่อช่วยลดค่า ( $T_r$ ) ลงให้พอเหมาะเพราะถ้า ( $T_r$ ) มีค่าน้อยไป จะฟังไม่ไพเราะ



รูป 4.11 กราฟแสดงเวลาก้องของเสียง

ที่มา [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=75595](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75595)

ปัจจุบันเครื่องขยายเสียงขั้นดี จะมีวงจรสร้างเสียงก้องด้วย ทำให้เราสามารถเลือกเวลาของเสียงก้องว่าให้มีมากหรือน้อยก็ได้ เพื่อให้เหมาะกับห้อง และรสนิยมของผู้ฟัง





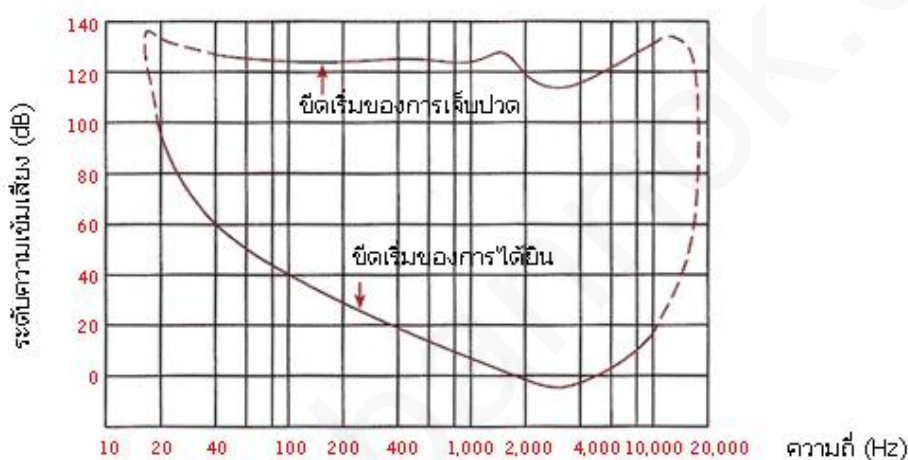
### กิจกรรมที่ 3

ขอบเขตความสามารถในการได้ยิน  
และเวลาท้อเสียง



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ตอนที่ 1 ใช้รูปแสดงช่วงความถี่และระดับเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้ ตอบคำถามข้อ 1-3



1. ถ้าเสียงซึ่งสั่นด้วยความถี่ 30 เฮิรตซ์ คนปกติจะได้ยินเสียงนี้เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

2. ถ้าระดับเสียง ณ ตำแหน่งที่หูของผู้รับฟังมีค่า 10 เดซิเบล เขาจะได้ยินเสียงนี้เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

3. จากรูป นักเรียนอธิบายการรับรู้เสียงของคนเราว่า ขึ้นอยู่กับความถี่และระดับเสียงอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....



4. ขอบเขตการได้ยินเสียงของหูคน ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง (2 คะแนน)

.....

.....

5. การป้องกันเสียงก้องในอาคาร บ้านเรือนทำได้อย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

ง่ายเลยใช่ไหมคะ  
เพื่อนๆ

บันทึกคะแนน

คะแนนเต็ม	10	คะแนน
คะแนนผ่าน	8	คะแนน
นักเรียนทำได้	.....	คะแนน
<input type="checkbox"/> ผ่าน	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่านศึกษาใหม่อีกครั้ง	



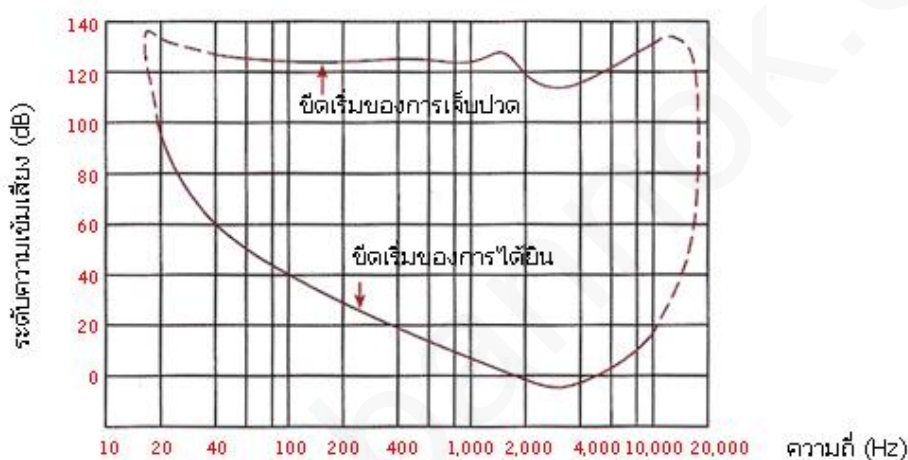


## แนวคำตอบ

ขอบเขตความสามารถในการได้ยิน  
และเวลาก้องเสียง

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ตอนที่ 1 ใช้รูปแสดงช่วงความถี่และระดับเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้ ตอบคำถามข้อ 1-3



1. ถ้าเสียงซึ่งสั้นด้วยความถี่ 30 เฮิรตซ์ คนปกติจะได้ยินเสียงนี้เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

ไม่ได้ยินเสมอไป คนจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความถี่ต่ำๆ เมื่อระดับเสียงมีค่ามากพอ

2. ถ้าระดับเสียง ณ ตำแหน่งที่หูของผู้รับฟังมีค่า 10 เดซิเบล เขาจะได้ยินเสียงนี้เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

ไม่ได้ยินเสมอไป เพราะกราฟเส้นล่าง แสดงขีดเริ่มของการได้ยิน เช่น ที่ความถี่ 100 เฮิรตซ์ คนปกติจะสามารถได้ยินเสียงนั้นเมื่อระดับเสียงนั้นมีค่าในช่วง 40-120 เดซิเบล ถ้าระดับความเข้มเสียงต่ำกว่า 40 เดซิเบล จะไม่ได้ยินเสียง

3. จากรูป นักเรียนอธิบายการรับรู้เสียงของคนเราว่า ขึ้นอยู่กับความถี่และระดับเสียงอย่างไร (2 คะแนน)

คนจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความถี่ต่ำๆ เมื่อระดับเสียงมีค่ามากพอ และจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความถี่สูงๆ โดยเสียงนั้นมีระดับเสียงน้อยๆก็ได้







4. ขอบเขตการได้ยินเสียงของหูคน ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง (2 คะแนน)

ขอบเขตการได้ยินเสียงของหูคน ขึ้นอยู่กับระดับเสียงและความถี่

5. การป้องกันเสียงก้องในอาคาร บ้านเรือนทำได้อย่างไร (2 คะแนน)

ในการออกแบบห้องประชุม โรงละคร หรือโรงภาพยนตร์ วิศวกรและสถาปนิกจะต้องคำนึง

ถึงเสียงก้องเสมอ ในห้องที่มีเสียงก้องมากเกินไป ต้องใช้วัสดุเก็บเสียง เช่น ฝ้าผ้าม่าน กระดาษขน

อ้อย หรือพรมปูที่พื้นห้อง





## แบบทดสอบหลังเรียน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง</p> <p>ก. การแปลงเสียงออกมาให้เป็นภาษาแสดงถึงความเจริญทางสมองของผู้พูด</p> <p>ข. เสียงนินทาว่าร้ายทำให้เราหงุดหงิดจึงจัดเป็นมลภาวะของเสียง</p> <p>ค. ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลดีต่อเสียงเพียงอย่างเดียว</p> <p>ง. เสียงในดิสโกเธค ซึ่งดังเกิน 85 เดซิเบลไม่เป็นมลภาวะของเสียงเพราะทำให้เราสนุกสนาน</p> <p>2. ข้อความใดที่เกี่ยวกับเสียงและการรับเสียงของคนที่เป็นคำกล่าวที่ ผิด</p> <p>ก. หูของคนเราสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำหรือสูงมากเท่าไรก็ได้</p> <p>ข. อวัยวะที่ไวต่อความรู้สึกในการได้ยินเสียง ได้แก่ เยื่อแก้วหู</p> <p>ค. เสียงพูดของคนแต่ละคนแตกต่างกันเนื่องจากมีอวัยวะปรุงแต่งเสียงแตกต่างกัน</p> <p>ง. เสียงพูดของคนเกิดจากการสั่นสะเทือนของเส้นเสียงในกล่องเสียง</p> <p>3. ความดังของเสียงที่ปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อได้ยินไม่เกิน 8 ชั่วโมง ใน 1 วัน ตามที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดไว้ คือข้อใด</p> <p>ก. 85 เดซิเบล</p> <p>ข. 90 เดซิเบล</p> <p>ค. 110 เดซิเบล</p> <p>ง. 120 เดซิเบล</p> | <p>4. กลไกของการได้ยินเสียงมีกิจกรรมที่ หลากหลายได้แก่</p> <p>1. ประสาทส่งสัญญาณสู่สมอง</p> <p>2. สมองแปลความหมายของเสียง</p> <p>3. ส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนสู่ประสาท</p> <p>4. ขยายการสั่นสะเทือนให้แรงขึ้น</p> <p>5. เปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นแรงสั่นสะเทือน</p> <p>ขั้นตอนตามข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. 1 2 3 4 5</p> <p>ข. 1 2 4 3 5</p> <p>ค. 5 4 3 2 1</p> <p>ง. 5 3 4 2 1</p> <p>5. ในกรณีใดต่อไปนี้ที่คิดว่าเป็นสภาพที่เกิดมลภาวะของเสียงน้อยที่สุด</p> <p>ก. เสียงเครื่องจักรสำหรับคนทำงานในโรงงาน</p> <p>ข. เสียงดนตรีที่มีความดังเกิน 85 เดซิเบล</p> <p>ค. เสียงบนถนนที่มีการจราจรหนาแน่น</p> <p>ง. เสียงเครื่องบินที่กำลังบินอยู่ที่ระดับสูง</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|





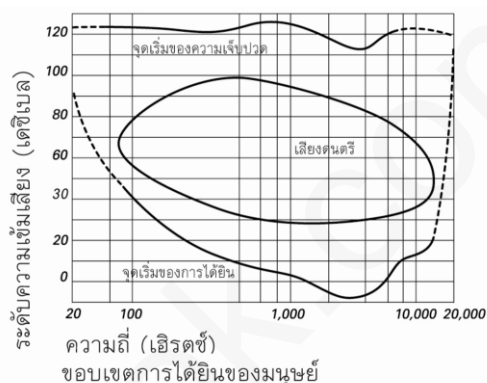
## 6. ข้อความใดถูกต้อง

1. กระดุกค้อน กระดุกทั่ง และกระดุกโกลน ทำหน้าที่รับรู้การเคลื่อนไหวของศีรษะ และการทรงตัว
  2. ท่อครึ่งวงกลม 3 อัน ที่เชื่อมต่อกับท่อรูปหอยโข่ง ทำหน้าที่รับสัญญาณการสั่นสะเทือนของแก้วหูในแนวระนาบและแนวดิ่ง
  3. คอเคลีย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียง แล้วแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้า ส่งไปแปลความหมายที่สมอง
  4. โพรงหูส่วนกลางทำหน้าที่ปรับระดับให้หูส่วนกลางมีความดันเท่ากับความดันของหูส่วนนอกเพื่อการได้ยินชัด
- คำตอบที่ถูกต้องคือ
- ก. 1 และ 2
  - ข. 1 และ 4
  - ค. 2 และ 3
  - ง. 3 และ 4

## 7. การตบที่หูอย่างแรงหรือตะโกนใส่หู ทำให้หูเป็นอันตรายถึงกับหูตึงได้ เนื่องจากสาเหตุใด

- ก. เกิดการอักเสบในหูชั้นใน
- ข. เยื่อแก้วหูเป็นอันตรายหรือฉีกขาด
- ค. เกิดการอักเสบที่หูชั้นนอก
- ง. กระดุกเล็กๆ ในหูชั้นกลางเคลื่อน

## 8. จากรูปแสดงช่วงความถี่และระดับเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้ สำหรับเสียงที่มีความถี่ 100 เฮิรตซ์ ระดับเสียงที่หูคนเริ่มได้ยินมีค่าเท่าใด



- ก. 0 เดซิเบล
- ข. 20 เดซิเบล
- ง. 30 เดซิเบล
- จ. 60 เดซิเบล

## 9. การแคะหู บั่นหู แล้วเกิดอาการคันมากขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุใด

- ก. เกิดการระคายเคืองที่เยื่อแก้วหู
- ข. เกิดการระคายเคืองที่ต่อมไขมัน
- ค. เกิดเชื้อราขึ้นในช่องหู
- ง. ต่อมไขมันขับไขมันมาก

## 10. เพื่อหลีกเลี่ยงมลภาวะของเสียงข้อที่ไม่ควรทำคือ

- ก. หลีกเลี่ยงการไปสถานที่ที่มีรถจอแจ
- ข. การไปดูดนตรีควรนั่งห่างเวทีพอประมาณไม่ควรนั่งติดเวทีการแสดง
- ค. ควรหาบ้านพักให้ติดกับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อประหยัดเวลาในการเดินทาง
- ง. เมื่อเข้าไปในโรงงานอุตสาหกรรมที่เครื่องจักรกำลังทำงานจะต้องใส่ที่ครอบหู







ชื่อ \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_

กระดาษคำตอบ				
แบบทดสอบหลังเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ก่อนเรียน	10 คะแนน		
หลังเรียน	10 คะแนน		
คะแนนความก้าวหน้า			
ร้อยละ			

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้บันทึก





1. ข

2. ก

3. ก

4. ค

5. ง

6. ง

7. ข

8. ง

9. ก

10. ค



## เกมสนุกกระตุกต่อมคิด

### ปริศนาคำศัพท์การได้ยิน



**ชวนคิดชวนทำ** : ร่วมกันระดมสมองวิเคราะห์ปริศนา



**กติกา** ค้นหาคำศัพท์จากเรื่องการได้ยิน

Outer ear , Pinna , Eardrum , Noise pollution , Middle ear,  
Cochlear , Stapes , Inner ear , Malleus , Incus

A	V	I	U	P	Q	I	N	N	E	R	E	A	R	H	G	F	C
D	O	L	I	M	E	S	O	O	N	D	U	H	R	E	R	R	F
P	I	N	N	A	G	N	O	I	H	G	F	T	R	G	J	I	R
T	S	Q	I	N	N	E	R	S	E	C	R	P	T	I	O	N	E
R	E	R	N	B	A	L	O	E	D	N	E	S	S	A	B	X	Q
V	T	E	T	P	O	N	S	E	A	A	T	G	D	F	T	U	C
M	P	D	E	G	H	J	O	P	W	P	T	I	H	C	O	M	E
I	N	C	U	S	A	S	P	O	U	T	E	R	E	A	R	U	V
D	I	T	S	T	R	Y	U	L	B	U	V	B	J	A	H	I	C
D	U	C	I	A	B	O	L	L	P	N	E	W	U	R	U	N	Y
L	E	C	T	P	M	A	W	U	N	C	I	T	N	D	E	R	K
E	T	A	Y	E	E	E	T	T	A	T	N	F	C	R	E	R	U
I	E	W	S	R	T	O	I	T	I	T	W	T	U	T	U	Y	T
E	O	I	P	D	S	L	I	O	M	O	E	D	I	M	T	Y	T
A	N	U	A	F	I	T	Y	N	R	N	N	K	O	K	K	N	O
R	T	Y	B	G	D	S	R	U	O	Y	S	M	A	I	L	O	U
G	R	W	R	M	Y	A	R	M	R	E	I	E	P	Y	I	O	M
T	I	G	N	A	L	T	R	A	N	S	T	U	C	T	I	O	N
Y	E	C	I	B	E	L	M	L	M	P	Y	O	T	S	R	Y	I
U	H	B	F	A	M	A	L	L	E	U	S	S	M	E	R	V	R



# เจอลยปรศนาคำคัพท์

A		V	I	U	P	Q	I	N	N	E	R		E	A	R	H	G	F	C
D	O	L	I	M	E	S	O	O	N	D	U	H	R	E	R	R	F	G	O
P	I	N	N	A	G	N	O	I	H	G	F	T	R	G	J	I	R	W	C
T	S	Q	I	N	N	E	R	S	E	C	R	P	T	I	O	N	E	T	H
R	E	R	N	B	A	L	O	E	D	N	E	S	S	A	B	X	Q	E	L
V	T	E	T	P	O	N	S		E	A	A	T	G	D	F	T	U	C	E
M	P	D	E	G	H	J	O	P	W	P	T	I	H	C	O	M	E	T	A
I	N	C	U	S	A	S	P	O	U	T	E	R		E	A	R	U	V	R
D	I	T	S	T	R	Y	U	L	B	U	V	B	J	A	H	I	C	U	G
D	U	C	I	A	B	O	L	L	P	N	E	W	U	R	U	N	Y	P	T
L	E	C	T	P	M	A	W	U	N	C	I	T	N	D	E	R	K	Y	R
E	T	A	Y	E	E	E	T	T	A	T	N	F	C	R	E	R	U	Y	E
	I	E	W	S	R	T	O	I	T	I	T	W	T	U	T	U	Y	T	Y
E	O	I	P	D	S	L	I	O	M	O	E	D	I	M	T	Y	T	U	U
A	N	U	A	F	I	T	Y	N	R	N	N	K	O	K	K	N	O	D	G
R	T	Y	B	G	D	S	R	U	O	Y	S	M	A	I	L	O	U	S	Y
G	R	W	R	M	Y	A	R	M	R	E	I	E	P	Y	I	O	M	E	O
T	I	G	N	A	L	T	R	A	N	S	T	U	C	T	I	O	N	E	U
Y	E	C	I	B	E	L	M	L	M	P	Y	O	T	S	R	Y	I	N	N
U	H	B	F	A	M	A	L	L	E	U	S	S		M	E	R	V	R	A

## บรรณานุกรม

คณาจารย์แม่ค. **Compact ฟิสิกส์ ม.5** . กรุงเทพฯ : แม่ค , 2551.

เฉลิมชัย มอญสุข่า. หนังสือเสริมการเรียนรู้ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 3 มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 . กรุงเทพฯ :  
เดอะบุ๊คส์ , 2554.

จารึก สุวรรณรัตน์. **คู่มือฟิสิกส์ ม.4-6 เล่ม 3** รายวิชาเพิ่มเติม . กรุงเทพฯ : เดอะบุ๊คส์ , 2555.

จิรัชย์ เสริมภักดีกุล และคณะ. **วิชาเทพ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 4** แสง เสียง แสงกับทัศนอุปกรณ์.

กรุงเทพฯ : Science Center , มปป.

ธีรศานต์ ปรงจิตวิทยาภรณ์. **ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ธรรมบัณฑิต , มปป.

นิรันดร์ สุวรรณ์. **Mini ฟิสิกส์ ม.4-6 เล่ม 3**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา จำกัด , 2554.

มานัส มงคลสุข. **1001 Tests in Physics 2**. กรุงเทพฯ : แม่ค , 2555.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , สถาบัน. **คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3**.

กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2554.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , สถาบัน. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3**.

กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2554.

“หุและการได้ยิน”. [ม.ป.ป.] .ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก : [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3\\_3.htm/](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nervous/3_3.htm/) สืบค้น 5 มิถุนายน 2556

“หุและการได้ยิน”. [ม.ป.ป.] .ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก : [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=75595/](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75595/) สืบค้น 5 มิถุนายน 2556

“Noise Pollution”. [ม.ป.ป.] .ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก : <http://erikdwyer.wordpress.com/2012/04/08/noisepollution/> สืบค้น 5 มิถุนายน 2556