

## บทที่ 8 เสียง

### การเกิดเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน อาจจะเป็นการสั่นสะเทือนของสายกีตาร์ สายไวโอลิน หรือการสั่นสะเทือนของลำอากาศในกล่อง ตะโพน ในขลุ่ย ในปี่ หรือการสั่นสะเทือนของไดอะแฟรมของลำโพง หรือการสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหู การออกเสียงของมนุษย์เส้นเสียงจะสั่นสะเทือนถ้าเราใช้มือกดที่ลำคอเบา ๆ แล้วลองออกเสียงดูจะพบว่ามี การสั่นสะเทือน

เสียงมีหลายชนิด มีทั้งเสียงดนตรี เสียงพูด เสียงธรรมชาติ เช่น พัดร้อง น้ำตก เสียงนก เสียงกา เสียงพุดดูเหมือนจะมีความสำคัญที่สุด เพราะช่วยในการสื่อความหมาย แสดงเชื้อชาติ และวัฒนธรรมด้วย เกือบทุกคนมีประสบการณ์ว่าเสียงมีอิทธิพลต่ออารมณ์อย่างไร บางครั้งให้ความรู้สึกโศกเศร้าเสียใจ บางครั้งให้ความสนุกสนาน หรือบางครั้งใช้ปลุกใจให้เกิดความรักชาติ บ้านเมืองได้

### เสียงกับการได้ยิน

ขบวนการเกิดการสั่นสะเทือนจนได้ยินเป็นเสียงได้นั้น ต้องประกอบไปด้วยปัจจัย 3 อย่าง คือ

1. ตัวกำเนิดเสียง สั่นสะเทือนด้วยความถี่ที่หูรับฟังได้
2. ตัวกลาง
3. หู ซึ่งเป็นอวัยวะรับเสียง

คลื่นเสียงจะเคลื่อนที่ได้ต้องอาศัยตัวกลาง อย่างเช่น เราได้ยินเสียงพูดคุยในชีวิตประจำวันเพราะว่ามีอากาศเป็นตัวกลางของคลื่นเสียง แต่ถ้านำกระดิ่งไปแขวนไว้ในครอบแก้วที่ปิดสนิทแล้วค่อย ๆ สูบอากาศออกจนภายในครอบแก้วเป็นสุญญากาศ ดังรูป 8.1 ไม่ว่าเราจะสั่นกระดิ่งแรงสักเท่าใด เราจะได้ยินเสียงกระดิ่ง ทั้งนี้เพราะเสียงเดินทางผ่านสุญญากาศไม่ได้



รูป 8.1 กระดิ่งในท่อแก้วสุญญากาศ

ในหนึ่งคาบอย เราจะเห็นอินเดียดังเอาหูแนบรางรถไฟเพื่อฟังเสียงว่ารถไฟอยู่ไกลแค่ไหน หรือเอาหูแนบพื้นดินเพื่อฟังเสียงม้าควบ ทั้งรางรถไฟและพื้นดินต่างก็เป็นตัวกลางของคลื่นเสียง เสียงเดินทางในตัวกลางต่างชนิดกันด้วยความเร็วไม่เท่ากัน ดังแสดงไว้ในตาราง 8.1

ตาราง 8.1

ตารางแสดงความเร็วของเสียง ในสารต่าง ๆ ในหน่วยเมตรต่อวินาที

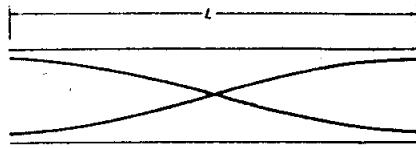
โลหะ	อะลูมิเนียม	5000	ตะกั่ว	1210
	ทองเหลือง	3580	เงิน	2680
	ทองแดง	3800	ดีบุก	2730
	ทอง	2030	สังกะสี	3850
	เหล็กกล้า	5200		
อโลหะ	แก้ว	3720-5760	หินอ่อน	3810
	ยาง	1600-1830	ไม้	3340-4120
	อิฐ	3680		
ของเหลว	น้ำกลั่น	1494	ปรอท	2450
	น้ำทะเล	1531		
ก๊าซ	อากาศ	331	ไอน้ำ	493

จากตาราง 8.1 จะเห็นว่าความเร็วของเสียงในตัวกลางที่เราคุ้นเคยมีค่าดังนี้ ความเร็วของเสียงในอะลูมิเนียมมีค่าประมาณ 5000 เมตร/วินาที ในน้ำประมาณ 1500 เมตร/วินาที และในอากาศประมาณ 330 เมตร/วินาที เมื่อคลื่นเสียงส่งถ่ายพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง เสียงจึงเป็นคลื่นเชิงกล และการเกิดคลื่นเสียงในตัวกลางเกิดจากการอัด การขยายของโมเลกุลในตัวกลาง ซึ่งพอจะเปรียบเทียบได้กับการอัด การขยายของลวดสปริง

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน จำนวนการสั่นต่อหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า ความถี่ (frequency) ซึ่งมีหน่วยเป็นครั้งต่อวินาที หรือ ไซเคิลต่อวินาที แต่ที่นิยมกันคือหน่วยที่เรียกว่า เฮิรตซ์ (Hertz) หูของมนุษย์เรามีขีดจำกัด คือสามารถรับคลื่นจากการสั่นได้เพียงช่วงหนึ่งเท่านั้น คือ หูมนุษย์เราจะรับฟังเสียงได้เฉพาะการสั่นที่มีความถี่ในช่วง 20-20,000 เฮิรตซ์ ถ้ามีความสูงถี่หรือต่ำกว่าช่วงนี้จะยากแก่การได้ยิน ต้องใช้เครื่องมือช่วย หูสุนัขรับความถี่ได้ถึง 50,000 เฮิรตซ์ หูของค้างคาวรับความถี่ได้ถึงหนึ่งแสนเฮิรตซ์

### คุณภาพของเสียง

ระดับเสียง (pitch) ระดับเสียงสูง-ต่ำ หรือแหลม-ทุ้ม ของเสียงขึ้นอยู่กับความถี่ กล่าวคือถ้าความถี่สูงหูเราก็จะได้ยินเป็นเสียงสูง ถ้าความถี่ต่ำหูเราก็จะได้ยินเป็นเสียงต่ำ ท่านคงเคยฟังแผ่นเสียงที่เราเรียกว่า เล่นมิดสปีด คือ ถ้านำแผ่น 33 มาเล่นกับเครื่องเล่นชนิด 45 รอบต่อนาที เสียงจะสูงหรือแหลมกว่าเสียงเดิม และถ้าเอาแผ่น 45 รอบต่อนาที ไปเล่นกับเครื่องเล่น 33 รอบต่อนาที เสียงก็จะต่ำลง อันนี้เป็นการแสดงถึงระดับของเสียงขึ้นอยู่กับความถี่



First harmonic = fundamental

$$L = \frac{1}{2}\lambda_1$$

$$f_1 = \frac{v}{2L}$$

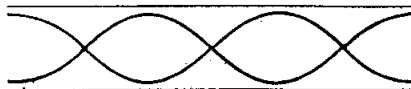


Second harmonic

$$L = \lambda_2$$

$$f_2 = \frac{v}{L}$$

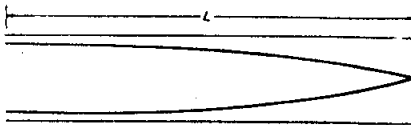
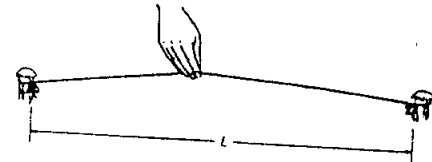
Overtones



Third harmonic

$$L = \frac{3}{2}\lambda_3$$

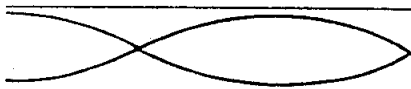
$$f_3 = \frac{3v}{2L}$$



First harmonic = fundamental

$$L = \frac{1}{4}\lambda_1$$

$$f_1 = \frac{v}{4L}$$

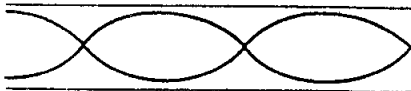


Third harmonic

$$L = \frac{3}{4}\lambda_3$$

$$f_3 = \frac{3v}{4L}$$

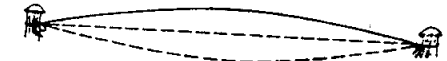
Overtones



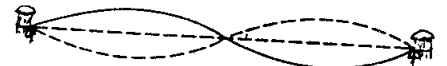
Fifth harmonic

$$L = \frac{5}{4}\lambda_5$$

$$f_5 = \frac{5v}{4L}$$



(Fundamental or first harmonic)



(First overtone or second harmonic)



(Second overtone or third harmonic)

รูป 8.2 การแสดงการเกิดคลื่นท่อนเปิด ท่อปลายปิดข้างหนึ่ง และในเส้นลวด

สำหรับเสียงที่มีความถี่เป็นสองเท่า สามเท่า สี่เท่า...ของเสียงใด มีชื่อเรียกว่าเป็น โอเวอร์โทน (overtone) ของเสียงนั้น เนื่องจากความเร็วของเสียง คือ ความถี่ คูณ ความยาวคลื่น เราอาจจะอธิบายความหมายของโอเวอร์โทนในเทอมของความยาวคลื่นได้ว่าเสียงที่มีความยาวคลื่นเป็น  $1/2$  เท่า,  $1/3$  เท่า,  $1/4$  เท่า,...ของเสียงใด เราเรียกว่าเป็นโอเวอร์โทนของเสียงนั้น ในรูป 8.2 แต่ละรูปได้แสดงคลื่นพื้นฐาน (fundamental) โอเวอร์โทนที่ 1 และโอเวอร์โทนที่ 2 ลองดูตัวอย่างที่เป็นตัวเลข สมมติว่า ส้อมเสียงอันหนึ่งมีความถี่ 256 เฮิรตซ์ และส้อมเสียงอันที่สองมีความถี่เป็น 512 เฮิรตซ์ เราเรียกว่าความถี่ของส้อมเสียงอันหลังเป็นโอเวอร์โทนที่ 1 ของส้อมเสียงอันแรก

ศาสตราจารย์มิลเลอร์ (Miller) แห่งวิทยาลัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์เคส ได้สร้างเครื่องมือเรียกว่า โฟโนไคต์ (phonodeik) ใช้ศึกษาเสียงจากเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ และพบสิ่งที่น่าสนใจหลายประการ เช่นเสียงของไวโอลิน และเสียงขลุ่ย ประกอบด้วยโอเวอร์โทนประมาณ 6 โอเวอร์โทนโอโบ มีประมาณ 12 โอเวอร์โทน ส่วนแตรประกอบด้วยโอเวอร์โทนเกือบทั้งหมดที่สามารถจะเกิดขึ้นได้ คือประมาณ 30 โอเวอร์

ความดัง (loudness) ความดังของเสียงไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ แต่ขึ้นอยู่กับอาการสั่นว่า สั่นมากหรือน้อยแค่ไหน ถ้าสั่นมากก็ดังมาก ถ้าสั่นน้อยก็เสียงเบา ลองนึกภาพกลอง กลองใบเดียวกันมีความถี่เท่ากัน แต่ถ้าตีแรง ก็จะได้เสียงดัง ถ้าตีเบาก็ได้เสียงค่อย

ระดับความเข้ม (intensity level) ของเสียง ให้คำนิยามในรูปของฟังก์ชันลอการิทึม (logarithmic) ซึ่งเราจะไม่กล่าวถึงในที่นี้ จะกล่าวเพียงว่าระดับความเข้มของเสียงซึ่งจะเป็นตัวบอกความดังของเสียง มีหน่วยเป็น เดซิเบล (decibel, dB) ตาราง 8.2 แสดงค่าระดับความเข้มของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ ที่เราอาจต้องเผชิญในชีวิตประจำวัน

ตาราง 8.2 ระดับความเข้มของเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิดของเสียง	ระดับความเข้ม (เดซิเบล)
เครื่องบินไอพ่นที่ 30 เมตร	140
ระดับที่จะทำให้ปวดแก้วหู	120
การแสดงดนตรีร็อกในห้องโถงปิด	120
เสียงไซเรนที่ระยะ 30 เมตร	100
ย่านจราจรติดขัด	70
การสนทนาธรรมดา	65
เสียงกระซิบ	20
ระดับเสียงต่ำสุดที่หูได้ยิน	0

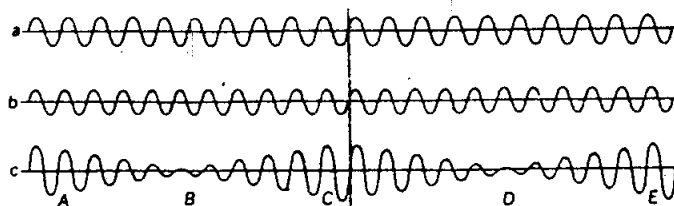
## คุณสมบัติของคลื่นเสียงและปรากฏการณ์ทางเสียง

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น ฉะนั้นเสียงจึงมีคุณสมบัติของคลื่น คือ มีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด และการกำทอน ดังได้อธิบายแล้วในบทที่ 6 ต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างปรากฏการณ์ทางเสียงที่เราคุ้นเคย ซึ่งเป็นผลมาจากคุณสมบัติของเสียง

เสียงก้อง (echo) เป็นปรากฏการณ์ทางเสียงเนื่องจากการสะท้อน ปรากฏการณ์เสียงก้องอาจเกิดขึ้นได้ เช่น การตะโกนในช่วงตึก ในถ้ำ ในหุบเขา ในโบสถ์ ในโรงยิม หรือในบ่อน้ำบาดาล การที่หูเราจะแยกเสียงสะท้อนออกจากเสียงเดิมได้นั้น เสียงก้องต้องสะท้อนมาเข้าหูเราทีหลังจากเสียงเดิมไม่ต่ำกว่า  $1/20$  วินาที

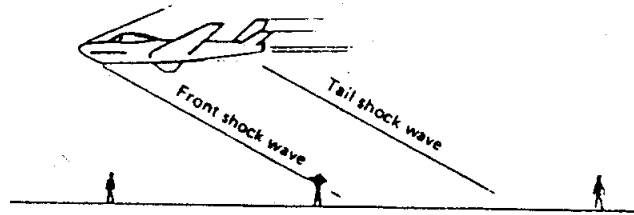
จากคุณสมบัติการสะท้อนของเสียง มีประโยชน์มากในการออกแบบ ห้องประชุม โรงภาพยนตร์ ห้องแสดงดนตรี ซึ่งแต่ละห้องจะมีความต้องการเสียงสะท้อนไม่เท่ากัน เช่น ถ้าแสดงดนตรีจะต้องการเสียงสะท้อนมากกว่าห้องเรียนหรือห้องบรรยาย ถ้ามีเสียงสะท้อนจากทุกทิศทุกทางในห้องที่จำกัดจะเกิดปรากฏการณ์อีกอย่างหนึ่ง เรียกว่า เสียงดังกระหึ่ม (reverberation) ดังนั้น การออกแบบต้องหาวัสดุมาทำผนังเพื่อให้เกิดการสะท้อนและการดูดกลืนของเสียงให้เหมาะสมกับงานที่ใช้ ถ้าจัดระบบการสะท้อน การดูดกลืนไม่ดี เราจะแยกไม่ออกว่าเป็นเสียงอะไร มีความหมายอย่างไร

บีทส์ (beats) เป็นปรากฏการณ์ที่มาจากคุณสมบัติการแทรกสอด (interference) ของคลื่น เมื่อคลื่นสองคลื่นมีความถี่ใกล้เคียงกันมารวมกัน จะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า บีทส์ ซึ่งความถี่ของบีทส์คือ ผลต่างของความถี่ของสองคลื่นนั้น ในปรากฏการณ์นี้ เราจะได้ยินเสียงดังเป็นช่วง ๆ การเกิดบีทส์ อธิบายได้โดยใช้รูปภาพ ดังรูป 8.3



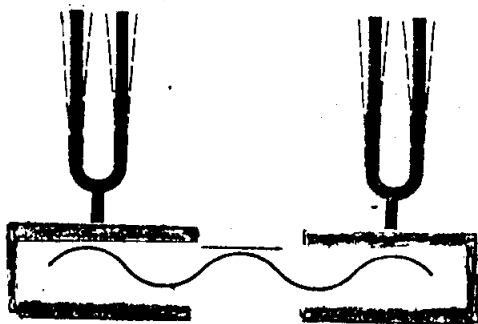
รูป 8.3 บีทส์

โซนิคบูม (sonic boom) เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความเร็วสูง ๆ ถ้าความเร็วผ่านกำแพงเสียง (sound barrier) ที่เรียกว่า ซุปเปอร์โซนิค (super sonic) คือ ความเร็วของแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากับหรือมากกว่าความเร็วของเสียง คลื่นเสียงหลาย ๆ คลื่นจะรวมกันเข้าเป็นคลื่นขนาดใหญ่ เกิดเสียงดังมาก เราอาจเคยได้ยินเสียงจากเครื่องบินไอพ่น หรือเครื่องบินขับไล่ หรือเครื่องบินโดยสาร เช่น เครื่องบินคอนคอร์ด การเกิดโซนิคบูม แสดงได้ดังรูป 8.4

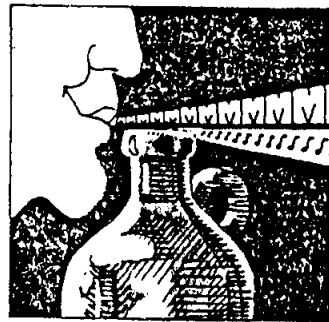


รูป 8.4 แสดงโซนิคบูม

ปรากฏการณ์ทางเสียงอันสุดท้ายที่จะกล่าวถึงในที่นี้ คือ การกำทอน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ตัวกำเนิดเสียง ถ่ายทอดพลังงานให้กับวัตถุ หรืออากาศที่มีความถี่เท่ากับตัวกำเนิดเสียงนั้น อย่างเช่นการถ่ายทอดพลังงานจากลิ่มเสียงอันที่หนึ่ง ไปยังลิ่มเสียงอันที่สองดังรูป 8.5 (ก) ในรูป 8.5 (ข) เป็นการแสดงวิธีทดลองการกำทอนของเสียงง่าย ๆ โดยการเป่าหรือฮัมเพลงที่ปากขวดด้วยระดับเสียงต่าง ๆ กัน แล้วคอยสังเกตปรากฏการณ์กำทอน



ก



ข

รูป 8.5 แสดงการเกิดกำทอน

ความรู้ทางฟิสิกส์นำมาใช้ประโยชน์มากมาย ตัวอย่างอันหนึ่งคือ อุลตราเซาต์ คลื่นเสียงที่มีความถี่เกินกว่าสองหมื่นเฮิรตซ์ เรียกว่า อุลตราเซาต์ เราใช้อุลตราเซาต์ในการวินิจฉัยและรักษาโรค โดยปล่อยคลื่นอุลตราเซาต์เข้าไปในร่างกาย แล้วศึกษาจากคลื่นที่สะท้อนกลับ เราจะทราบว่าจะระบบภายใน ซึ่งอาจจะเป็นเนื้อเยื่อ สิ่งมีชีวิต ซีพจร หรืออวัยวะอย่างอื่น ว่าอยู่กันอย่างไร ซึ่งก็คล้ายกับการใช้รังสีเอกซ์ ซึ่งจะพุดถึงภายหลัง การตรวจดูทารกในท้อง หรือดูเพศของทารกจนมีข่าวทางหน้าหนังสือพิมพ์ เรื่องครุคนหนึ่งท้องได้เจ็ดเดือน แต่ด้วยเทคนิคทางอุลตราเซาต์ทำให้ทราบว่าครุคนนั้นมีทารกเป็นแฝดสี่คนในครรภ์

นอกจากนี้ระบบที่เรียกว่า โซนาร์ ที่ใช้ในเรือเดินทะเล มีประโยชน์มากในการสำรวจร่องน้ำ หรือหาวัตถุใต้น้ำโดยอาศัยการสะท้อนกลับจะทำให้รู้ว่า สิ่งกีดขวาง หรือ วัตถุที่ทำให้เสียงสะท้อนกลับอยู่ห่างจากเรือเท่าใด

### อันตรายจากเสียง

ปัญหาเรื่องเสียงรบกวนเกิดขึ้นในทำนองเดียวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ คือ เกิดขึ้นพร้อมกับความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การนำเอาเครื่องจักร เครื่องยนต์มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังเครื่องยนต์ การก่อสร้างอาคารโดยอาศัยเครื่องมือกลขนาดใหญ่ ซึ่งล้วนแต่ก่อให้เกิดเสียงดังทั้งสิ้น

เสียงรบกวนต่าง ๆ นั้น อาจก่อให้เกิดอันตรายได้หลายอย่างทั้งต่อระบบการได้ยินต่อจิตใจ และต่อสุขภาพโดยทั่วไป อันตรายที่เกิดขึ้นนั้นจะรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. ผลของเสียงต่อการได้ยิน ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุด โดยปกติหูคนสามารถได้ยินเสียงในช่วงความถี่ 20 ถึง 20,000 รอบต่อวินาที เสียงที่เราพูดกันนั้นอยู่ระหว่าง 500 ถึง 4,000 รอบต่อวินาที ดังนั้น ถ้าหูของเราได้ยินเสียงที่ดังเกินไป อาจทำให้การได้ยินเสื่อมสมรรถภาพได้ ซึ่งอาจจะเป็นได้ชั่วคราวหรือถาวร เสียงที่ดังมากกว่า 85 เดซิเบล นับว่าอันตรายมาก เพราะทำให้หูหนวกได้ ถ้าฟังอยู่เป็นเวลานาน ๆ เช่น คนที่ทำงานบริเวณเสียงดังอยู่เป็นประจำ จำเป็นต้องมีการป้องกันระดับความดังของเสียง 85 เดซิเบล ทุกช่วงความถี่จะสัมผัสได้วันละไม่เกิน 8 ชั่วโมง (เป็นมาตรฐานของสถาบันความปลอดภัยสุขภาพอนามัยแห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา)

การเสื่อมสมรรถภาพของการได้ยิน จะเริ่มต้นที่ความถี่ 4,000 รอบต่อวินาทีก่อน ซึ่งเป็นเสียงสูง และการเกิดจะไม่ค่อยรู้สึกกับผู้นั้นเลย จนกว่าจะเสียมากขึ้นในความถี่ที่ต่ำลงมาถึงระยะที่ใช้พูดกัน

แก้วหูของคนเราอาจจะทะลุได้ถ้าอยู่ใกล้เสียงระเบิดซึ่งมีความดังถึง 106 เดซิเบล การได้ยินจะเสียไป แต่อาจจะกลับคืนได้บ้างภายหลัง ถ้าแก้วหูไม่ฉีกขาดมากเกินไปนัก



2. ผลของเสียงต่อจิตใจ เสียงบางชนิดรบกวนทำให้ประสิทธิภาพการทำงานหย่อนลง ไป และรู้สึกเหนื่อย และเปลืองกว่าธรรมดา เสียงที่เกิดขึ้นทันทีทำให้จิตใจและประสาทหัวน ไหวและเครียดทำให้แรงดันเลือดสูงขึ้นได้ อารมณ์หัวนไหวง่าย เสียงทำให้นอนไม่ค่อยหลับ ถึง หลับก็ตื่นง่ายหรือหลับไม่สนิท นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการหลั่งของน้ำลายและน้ำย่อยใน กระเพาะอาหารรวมทั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อในกระเพาะอาหารน้อยลง

3. ผลของเสียงต่อร่างกาย นอกจากหูและจิตใจดังได้กล่าวมาแล้ว เสียงที่ดังต่ำกว่า 120 เดซิเบล ไม่ทำอันตรายต่อคน นอกจากเสียงที่ดังเกิน 135 เดซิเบล และในควมถี่ 120 ถึง 1,500 รอบต่อวินาที จะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ และเดินเซ นอกจากนั้นเสียงยัง กระตุ้นส่วนสำคัญภายในหูที่เรียกว่า Semicircular Canals นอกจากนี้กล้ามเนื้ออาจจะสั่น รวมทั้งกะโหลกศีรษะและกระดูกขากรรไกร อาการเหล่านี้จะหายไปเมื่อเสียงนั้นหยุดไป

4. ผลของเสียงอุลตราโซนิก เช่นเสียงเครื่องบินไอพ่น ความถี่ 15,000 ถึง 20,000 รอบต่อวินาที เสียงเหล่านี้ผ่านลงไปใต้น้ำ จะทำให้แบคทีเรียสลายตัว กบและปลาจะตายในไม่กี่ นาที ในการทดลองกับสัตว์ที่มีขน หู และหูตะเกาะจะตายเมื่อได้รับเสียงชนิดนี้มาทางอากาศ ในความดังที่เกิน 150 เดซิเบล ซึ่งภายหลังพิสูจน์ได้ว่าเสียงชนิดนี้ถูกขนสัตว์ดูดเข้าไปและ เปลี่ยนเป็นพลังงาน เกิดความร้อนสูงขึ้นจนตาย แต่สำหรับคนไม่เป็นเช่นนั้น เพราะผิวหนังของ คนไม่ดูดซับเสียงเข้าไปจนเกิดอันตรายเช่นสัตว์มีขน แต่ถ้าเสียงผ่านลงไปใต้น้ำ และคนอยู่ในน้ำ ก็น่าจะเป็นอันตรายต่อบุคคลนั้นได้

### องค์ประกอบที่มีผลทำให้สูญเสียการได้ยิน

เสียงที่เกิดอยู่ทุกวันในที่ต่าง ๆ อาจจะทำให้หูของเราหย่อนสมรรถภาพการได้ยินและ อาจทำให้หูหนวกได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ

1. ระยะเวลาที่สัมผัสกับเสียง
2. ระดับความดังของเสียง
3. ความถี่ของเสียง
4. ตัวบุคคลซึ่งมีความทนทานมากน้อยต่างกัน บางคนอาจเกิดหูพิการได้ง่าย

เรื่องเสียงนี้ ควรจะได้ตระหนักถึงอันตรายให้มาก เพราะอาจทำให้หูพิการหรือหูหนวก ได้ตลอดไป ฟังสังวรว่า เสียงอาจเป็นสาเหตุแห่งอันตรายต่อสุขภาพได้ และเสียงเริ่มมีบทบาทมากขึ้น ตามความเจริญและการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ผู้คนมีโอกาสสัมผัสต่อเสียง ต่าง ๆ มากขึ้น อย่างไรก็ตาม กฎหมายแรงงานก็ได้กำหนดเสียงที่เป็นเหตุของโรคที่เกิดจากการ ทำงานไว้ด้วย ดังได้กล่าวมาแล้วว่า การสัมผัสต่อเสียงจะมีขีดจำกัดสูงสุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อ

สุขภาพประมาณ 85 เดซิเบล ถ้าสูงกว่านั้นอาจจะทำให้หูหนวกอย่างถาวรได้ หรือหูหนวกชั่วคราวได้ เมื่อได้หยุดพักห่างจากเสียงดังออกไปก็จะหายเป็นปกติ หรืออาจทำให้หูหนวกอย่างถาวรได้ แต่พวกที่หูหนวกชั่วคราวหากปล่อยให้เกิดซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง ก็จะกลายเป็นหูหนวกถาวรได้ในที่สุด ในระยะแรกนั้นมักใคร่สังเกตตนเองว่า การได้ยินผิดปกติไป จะทราบได้โดยบังเอิญจากการตรวจร่างกายหรือจากการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ในระยะหลัง ๆ จึงจะเริ่มสังเกตได้ว่าการฟังการสนทนาไม่ค่อยจะชัดเจน โดยเฉพาะเสียงผู้หญิงซึ่งแหลมกว่าเสียงผู้ชาย เมื่อถึงระยะนี้สมรรถภาพการได้ยินมักจะลดลงไปถึงร้อยละ 40-50

### การควบคุมและการป้องกัน

เมื่อทราบกันดีแล้วว่าการสูญเสียการได้ยินที่เกิดจากเสียงนั้น จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้ปฏิบัติต้องทำงานในที่ที่มีเสียงดังเป็นเวลานาน แนวทางในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากเสียงจึงมีหลักการง่าย ๆ ว่า จะต้องหาทางไม่ให้เสียงที่ดังเกินมาตรฐานที่กำหนดนั้นเข้าไปในหูให้ได้ ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติอยู่ 3 แนวทางด้วยกันดังนี้

แนวทางในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากเสียง

แนวทางที่ 1 เป็นการควบคุมเสียงดังที่แหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง วิธีการปฏิบัติสำหรับแนวทางนี้ ได้แก่ การเปลี่ยนเครื่องจักรที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงมาเป็นเครื่องจักรที่ไม่ทำให้เกิดเสียงดังมากจนเกินมาตรฐาน การจัดหาที่ปิดล้อมเครื่องจักรและการติดตั้งให้เครื่องจักรวางอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคง ไม่สั่นสะเทือนมากในขณะที่เครื่อง เป็นต้น

แนวทางที่ 2 เมื่อไม่สามารถจะทำการควบคุมเสียงดังที่แหล่งกำเนิดได้ หรือได้แต่ผลการลดยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ก็อาจใช้แนวทางการควบคุมเสียงที่ทางผ่านของเสียงมายังผู้ปฏิบัติงานเสริมอีกแรงหนึ่ง โดยการใช้วัสดุดูดซับเสียงบุตามผนังทางเดินและเพดานตลอดทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามผู้ให้การควบคุมเสียงแนวนี้ต้องตระหนักเสมอว่าเสียงที่มาถึงผู้สัมผัสนั้น ในบางกรณีก็มาถึงผู้สัมผัสโดยตรง ไม่ได้ถูกดูดซับแต่อย่างใดและแหล่งกำเนิดของเสียงที่จะมาถึงผู้ปฏิบัติงานนั้นอาจมีมากกว่า 1 แหล่ง ทั้งนี้เพราะผนังและเพดานซึ่งเป็นจุดที่ทำให้เกิดการสะท้อนของเสียงก็ถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดของเสียงด้วยกัน นอกจากนี้ในบางกรณีเสียงสะท้อนจะผสมผสานกับเสียงจากแหล่งกำเนิดโดยตรงกลายเป็นเสียงที่มีความดังมากขึ้น

แนวทางที่ 3 โดยหลักการแล้วแนวทางที่ 3 นี้ จะเป็นแนวทางสุดท้ายที่จะถูกเลือกนำมาใช้แต่ในทางปฏิบัติแล้วกลับเป็นแนวทางแรกที่ถูกเลือกใช้เป็นลำดับแรก แนวทางนี้เป็น การป้องกันการสูญเสียการได้ยินที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

- การดำเนินการให้ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสกับเสียงดังให้น้อยที่สุด วิธีการนี้วางอยู่

บนหลักการที่ว่า ระดับความดังเสียงหนึ่งที่ไม่มากกว่า 115 เดซิเบล ถ้าผู้ปฏิบัติงานได้ยิน กับเสียงภายในระยะเวลาที่กำหนด โอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานนั้นจะเกิดการสูญเสียการได้ยินจะมีน้อย

- การใช้ที่อุดหูที่ครอบหู เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมากที่สุดทีเดียว แต่มีข้อจำกัดมากเช่น ที่อุดหูสามารถใช้ในสถานที่ที่มีเสียงดังอยู่ในช่วงไม่เกิน 100-105 เดซิเบล แต่ถ้าเสียงดังมากกว่านี้ ก็ควรที่จะใช้ที่ครอบหูแทน และผลในการป้องกันที่จะได้จากการใช้ที่อุดหูที่ครอบหูในขณะที่กำลังทำงานไปด้วยย่อมจะได้ไม่เท่ากับผลในการป้องกันที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

## แบบฝึกหัด

- 8.1 เสียง เป็นอะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
- 8.2 ขบวนการของการเกิดเสียงจนสามารถได้ยินเป็นเสียงได้นั้น ประกอบด้วยปัจจัยอะไรบ้าง พร้อมทั้งอธิบายให้เข้าใจ
- 8.3 ให้จัดลำดับการเดินทางของคลื่นเสียง ในสารตัวกลางต่าง ๆ จากดีที่สุดดังต่อไปนี้ อากาศ ใต้น้ำ ปรอท อะลูมิเนียม เหล็กกล้า แก้ว ยาง อิฐ น้ำทะเล น้ำกลั่น สังกะสี ดีบุก และไม้
- 8.4 หน่วยของความดัง (loudness) และระดับความดังคืออะไร และจงให้คำจำกัดความของระดับความดัง
- 8.5 เครื่องวัดระดับเสียง เมื่อใช้วัดระดับความดันหรือความเข้มของเสียง มีหน่วยเป็นอะไร และระดับเสียงที่ทำให้ปวดแก้วหู กับระดับเสียงต่ำสุดที่หูคนเราสามารถได้ยินมีค่าเท่าใด
- 8.6 คำว่า คุณภาพ (quality) และระดับเสียง (Pitch) หมายถึงอะไร
- 8.7 เสียงมีคุณสมบัติอย่างไร และจงอธิบายปรากฏการณ์บางอย่างทางเสียงดังต่อไปนี้ เสียงก้อง (echo) บีทส์ (beats) โซนิคบูม (sonic boom) และการกำทอน
- 8.8 ความรู้เกี่ยวกับเสียง นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง และจงยกตัวอย่างการประยุกต์ความรู้ทางเสียงที่นำไปใช้ประโยชน์กับทางการแพทย์
- 8.9 อธิบายถึงอันตรายจากเสียง