



หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของเสียง

สาระการเรียนรู้

1.1 การเกิดเสียง

1.2 สมบัติของเสียง

หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของเสียง



หัวเรื่อง

เสียง (ธรรมชาติของเสียง)

แนวคิดหลัก

1. เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ แล้วมีการถ่ายโอนพลังงานของการสั่นผ่านตัวกลางไป
2. เสียงสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอด การเลี้ยวเบน การสะท้อนและการหักเหได้
3. เมื่อเสียงสามารถแสดงสมบัติของคลื่นได้ ดังนั้น เสียงจึงมีสมบัติเป็นคลื่น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ อภิปราย อธิบาย การเกิดเสียง สมบัติของเสียงและใช้สมบัติของเสียงคำนวณหาปริมาณต่างๆเมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องมาให้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายและยกตัวอย่างเพื่อแสดงว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุและถ่ายโอนพลังงานเสียงผ่านตัวกลางมาถึงหูผู้ฟังได้
2. ทำกิจกรรมเพื่อสังเกตปรากฏการณ์ การแทรกสอด การเลี้ยวเบนของเสียงและสรุปได้ว่าเสียงมีสมบัติเป็นคลื่น
3. อธิบายและยกตัวอย่างเพื่อแสดงว่าเสียงมีสมบัติการสะท้อนและการหักเหได้
4. ใช้สมบัติการสะท้อนของเสียง และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่นของเสียงคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องมาให้ได้

สาระการเรียนรู้

- 1.1 การเกิดเสียง
- 1.2 สมบัติของเสียง



เรื่อง 1.1 การเกิดเสียง

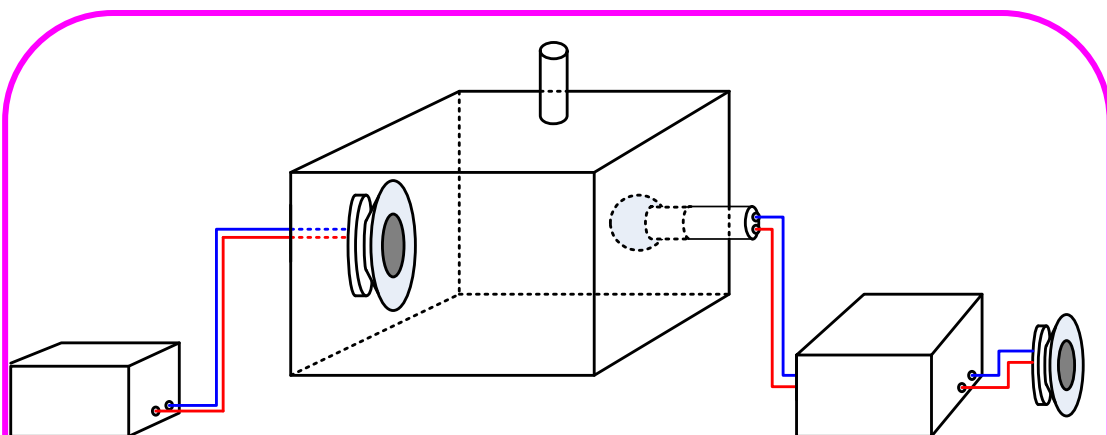
มนุษย์ที่มีประสาทสัมผัสทางการได้ยินเสียงเป็นปกติ จะได้ยินเสียงต่าง ๆ มาตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบันอยู่เสมอ ในชีวิตประจำวัน เช่น เสียงคนพูดเสียงสัตว์ร้อง เสียงเพลง เสียงฟ้าร้อง เสียงรถยนต์ เสียงเครื่องบินและเสียงอื่น ๆ อีกมากมาย เคยมีใครสงสัยหรือไม่ว่า เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไรและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังผู้ฟังได้อย่างไร

ถ้าเราใช้มือสัมผัสที่ลำคอของเราขณะเปล่งเสียง จะรู้สึกว่ามี การสั่นของกล้ามเนื้อที่ลำคอในทำนองเดียวกัน ถ้าเราใช้นิ้วสัมผัสที่สายของเครื่องดนตรี เช่น สายกีตาร์หรือสายจะเข้ ก็จะพบว่ามีการสั่นของสายในขณะที่เราคิดให้เกิดเสียง ยิ่งไปกว่านั้นยังพบอีกด้วยว่าขนาดของการสั่นเกี่ยวข้องโดยตรงกับความดังของเสียง นั่นคือ เสียงจะดังมาก เมื่อวัตถุเกิดการสั่นมากและเสียงจะค่อยลง เมื่อวัตถุสั่นน้อยลง ในที่สุดเราจะไม่ได้ยินเสียงเมื่อวัตถุหยุดสั่น

ขณะที่เราคิดสายกีตาร์หรือสายจะเข้ พลังงานในการคิดซึ่งเป็นพลังงานกลจะถูกถ่ายโอนให้กับสายกีตาร์หรือสายจะเข้ ทำให้สายกีตาร์หรือสายจะเข้สั่น พลังงานการสั่นของสายกีตาร์หรือสายจะเข้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเสียง แผ่กระจายออกไปโดยรอบจึงกล่าวได้ว่า **เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ** (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 149)

พลังงานเสียงจากต้นกำเนิดเสียง เมื่อแผ่มาถึงผู้ฟัง โดยอาศัยการถ่ายโอนพลังงานการสั่นจากตัวกำเนิดเสียงผ่านอากาศมายังหูผู้ฟังแต่ถ้าไม่มีอากาศเป็นตัวกลางรับถ่ายโอนพลังงาน เราจะได้ยินเสียงเลย แสดงว่า **เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงนั้นไปยังที่ต่าง ๆ**





รูป 1.1 แสดงเสียงไม่อาจผ่านสุญญากาศได้

(ที่มา: ปรับจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เลิง, 2547:149)

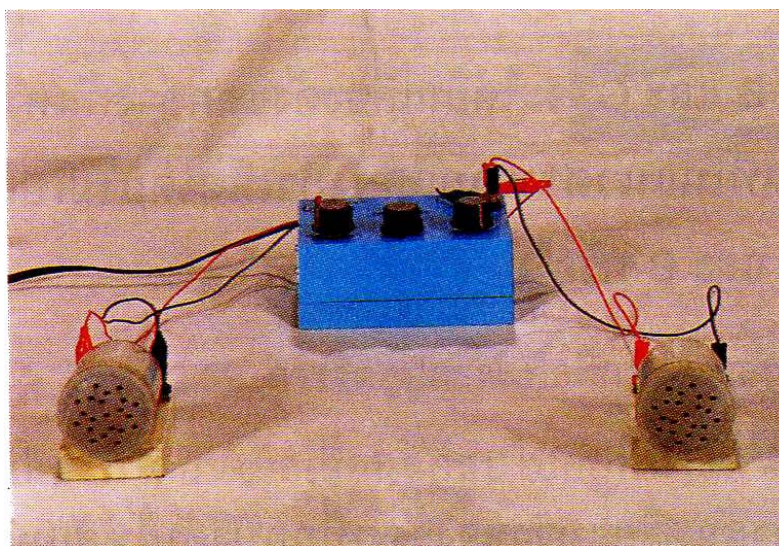
เราเคยทราบมาแล้วว่า อากาศประกอบด้วยโมเลกุล ดังนั้น การถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมายังผู้ฟังจะต้องถ่ายโอนพลังงานผ่านโมเลกุลของอากาศ การถ่ายโอนพลังงานนี้จะเป็นแบบที่โมเลกุลของอากาศรอบ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงรับพลังงานแล้วเคลื่อนที่มาถ่ายโอนพลังงานให้กับผู้ฟังหรือ โดยใช้แบบที่โมเลกุลของอากาศรอบ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงรับพลังงานแล้วถ่ายโอนพลังงานให้กับโมเลกุลของอากาศที่อยู่ติดกันและโมเลกุลของอากาศนั้นก็ถ่ายโอนพลังงานต่อกันมา ~~แต่ที่ขงกำเนิด~~ กระทั่งถึงผู้ฟัง การถ่ายโอนพลังงานของเสียงจะเป็นแบบใด (สถาบันส่งเสริมการสอน ~~วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี~~ และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 150) ถ้าเป็นแบบหลังนี้ก็คือแบบคลื่นนั่นเอง ซึ่งจะศึกษาได้จากการทดลอง 1.1 จะช่วยให้สรุปได้ว่าการถ่ายโอนพลังงานเสียงเป็นแบบใด



การทดลอง 1.1 เฝียงกับการแทรกสอด

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติการแทรกสอดของเสียง

วิธีทำ ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 2 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ที่ 3 กิโลเฮิรตซ์และ หมุนปุ่มปรับความดังให้ได้ยินเสียงดังพอสมควร วางลำโพงที่ขอบโต๊ะ จัดหน้าลำโพงให้หันออกนอกโต๊ะ ดังรูป 1.2 แล้วฟังเสียงทางด้านหน้าลำโพง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ได้ยินในแนวขนานกับขอบโต๊ะ เปรียบเทียบความดังของเสียง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ตามแนวที่ได้ยินเสียง



รูป 1.2 การติดตั้งอุปกรณ์พร้อมลำโพง 2 ตัว

(ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.เสียง. 2547: 187)



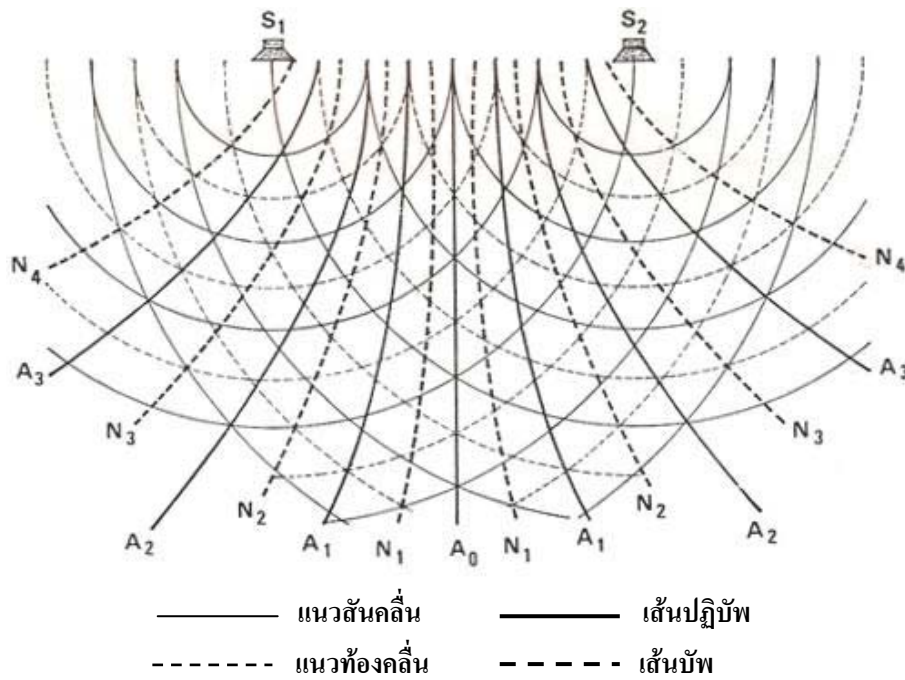
คำถามหลังการทดลอง

1. ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัว แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้อย่างไร

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, หน้า 187)



จากการฟังเสียงในการทดลอง 1.1 กรณีที่ใช้ลำโพง 2 ตัวต่อพ่วงกัน (ลำโพงมีความถี่เท่ากัน เพราะเป็นเสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเดียวกัน) ในการยื่นฟัง ณ บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง แต่บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย ถ้านำผลการสังเกตจากกิจกรรมนี้ไปเปรียบเทียบกับกรกระจัดของผิวน้ำในถาดคลื่น เมื่อมีคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งซึ่งจะมีบางตำแหน่งที่การกระจัดแบบเสริมกันและบางตำแหน่งที่การกระจัดแบบหักล้างกัน เราก็สามารถสรุปได้ว่า ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดัง เพราะเกิดจากการเสริมกันของคลื่นเสียงและตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อย ก็จะเกิดจากการหักล้างกันของคลื่นเสียง ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า **เสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้** ซึ่งการแทรกสอดนี้ เป็นสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของคลื่น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2542, หน้า 5) ซึ่งแสดงได้ดังรูป 1.3



รูป 1.3 การแทรกสอดของคลื่นเสียง

(ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.เสียงและการได้ยิน 2534: 16)

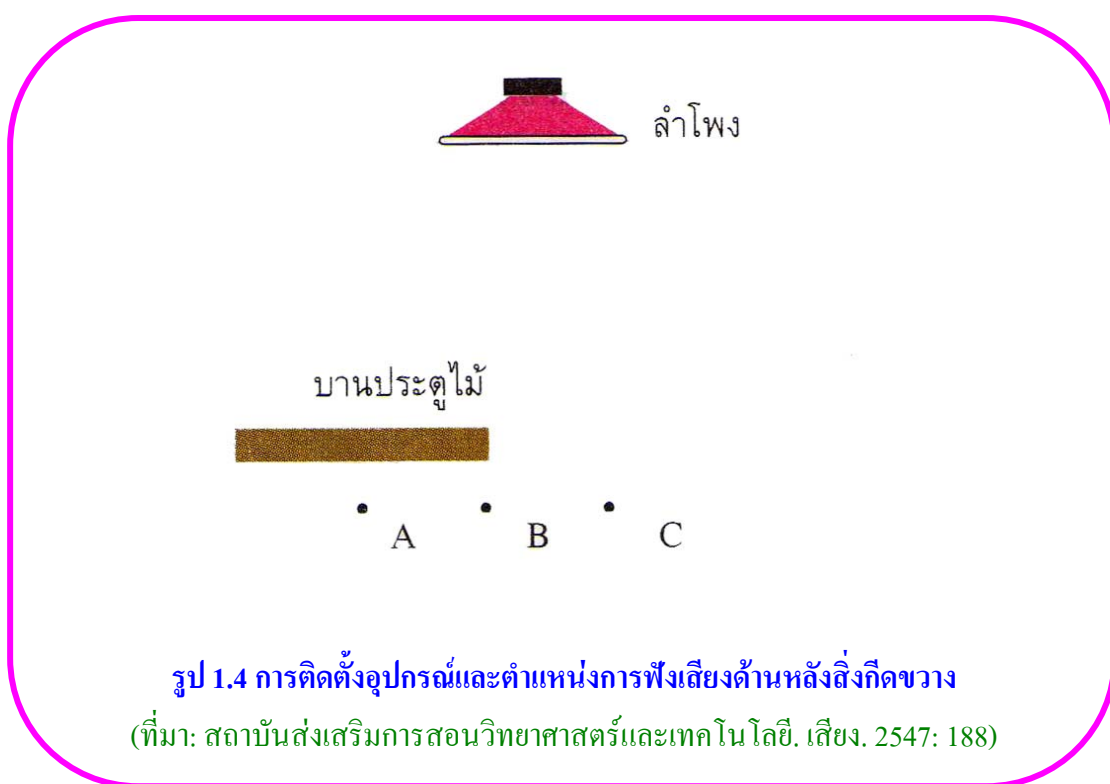
เมื่อเสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้ เสียงจะแสดงสมบัติการเลี้ยวเบน ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคลื่นได้หรือไม่ เราจะศึกษาได้จากการทดลอง 1.2 ต่อไป



การทดลอง 1.2 เสียงกับการเลี้ยวเบน

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนของเสียง

วิธีทำ ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 1 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ไปที่ 1 กิโลเฮิรตซ์ และปรับความดังของเสียงให้ดังพอสมควร นำลำโพงไปวางที่ด้านหลังประตูห้องเรียนซึ่งเปิดอยู่ แล้วฟังเสียงที่อีกด้านหนึ่งของประตูนอกห้องเรียนที่บังลำโพงไว้ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ดังรูป 1.4



คำถามหลังการทดลอง

1. ณ ตำแหน่ง A B และ C จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. ถ้าเสียงเคลื่อนที่ในแนวตรงจากแหล่งกำเนิดโดยไม่เปลี่ยนทิศทางจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 187-188)



จากการทดลอง 1.2 กล่าวได้ว่า เสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่ง A ซึ่งอยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวาง จะดังน้อยกว่าเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่ง B และ C ซึ่งอธิบายได้ว่า เสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อม สิ่งกีดขวางไปยังด้านหลังของสิ่งกีดขวางได้หรือกล่าวได้ว่า เสียงสามารถแสดงสมบัติการเลี้ยวเบนได้

จากการทดลอง 1.1 และ 1.2 แสดงให้เห็นว่า เสียงสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบน ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญของคลื่นจึงสรุปได้ว่า **เสียงมีสมบัติเป็นคลื่น**

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นตัวก่อกำเนิดเสียงและพลังงานการสั่นจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางไปยังผู้ฟัง ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้น

ในชีวิตประจำวัน เราจะคุ้นเคยกับปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของเสียงมากกว่าการแทรกสอดอยู่เสมอ ๆ เช่น การได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่คนละด้านของมุมตึก การได้ยินเสียงที่เลี้ยวเบนจากช่องหน้าต่าง โดยที่ผู้ฟังมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดเสียงหรือแม้แต่เสียงเพลงจากวิทยุ โทรทัศน์ก็สามารถเลี้ยวเบนอ้อมวัตถุต่าง ๆ มายังผู้ฟังได้

นอกจากเสียงจะสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบน ดังที่กล่าวมาแล้ว เสียงยังสามารถแสดงสมบัติการสะท้อนและการหักเหได้อีกด้วย

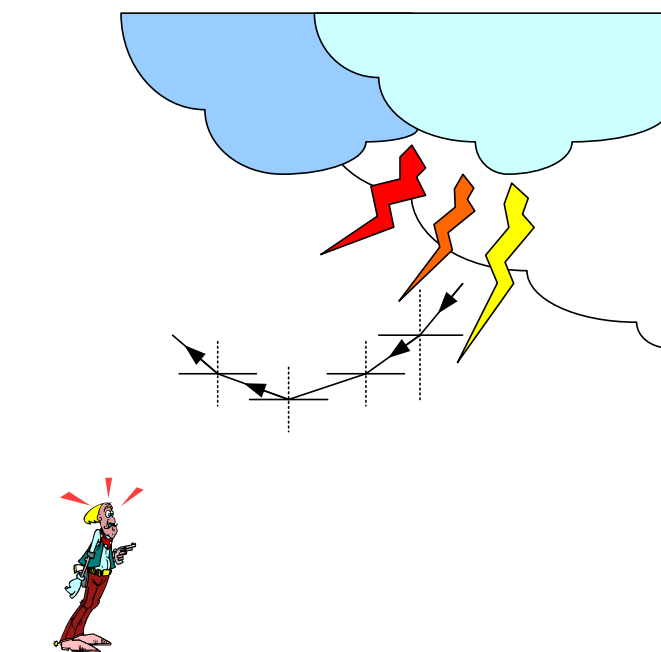
ถ้าเราตะโกนภายในห้องประชุมใหญ่ ๆ ที่ปิดประตูหน้าต่างหมดทุกบาน หลังจากนั้นเราจะได้ยินเสียงที่เราตะโกนออกไปอีกครั้งหนึ่งหรือหลาย ๆ ครั้ง ทั้งนี้เพราะเสียงที่เราตะโกนออกไปกระทบกับผนังห้อง เพดานและพื้นห้อง แล้วเกิดการสะท้อนกลับมายังหูของเรา ทำให้เราได้ยินเสียงอีกครั้งหนึ่ง แสดงว่า **เสียงมีสมบัติการสะท้อน**

ปกติความรู้สึกรับต่อการได้ยินเสียงของคนเรา เสียงที่ส่งผ่านไปยังสมองจะติดประสาทหูอยู่ยาวนานประมาณ $\frac{1}{10}$ วินาที ดังนั้นเมื่อเราตะโกนออกไปในห้องประชุมใหญ่ ๆ ถ้าเสียงที่สะท้อนกลับมายังหูของเราช้ากว่าเสียงที่ตะโกนออกไปเกิน $\frac{1}{10}$ วินาที หูของเราจะสามารถแยกเสียงตะโกนและเสียงที่สะท้อนกลับมาได้ นั่นคือ จะได้ยินเสียงตะโกนก่อน หลังจากนั้นก็เป็นช่วงเงียบ แล้วจึงได้ยินเสียงสะท้อนของเสียงตะโกนตามมาจากหลังเสียงสะท้อน เช่นนี้เรียกว่า **เสียงสะท้อนกลับ** ในการออกแบบห้องประชุม โรงละครหรือ โรงภาพยนตร์ วิศวกรและสถาปนิกจะต้องคำนึงถึงเสียงสะท้อนกลับด้วยเสมอ เพื่อให้ผู้ฟังได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ได้ชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันการเกิดเสียงสะท้อนกลับ ซึ่งทำได้โดยใช้วัสดุที่ดูดกลืนพลังงานเสียงที่ตกกระทบ เช่น ใช้กระดาษขานอ้อยบุที่เพดานห้อง ใช้ผ้าม่านติดที่ผนังห้อง ใช้พรมปูที่พื้นห้อง เป็นต้น ซึ่งจะช่วยลดเสียงที่สะท้อนกลับให้น้อยลง

เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปในตัวกลางหนึ่งคลื่นเสียงส่วนหนึ่งจะหักเหเช่นเดียวกับการหักเหของคลื่นน้ำ ตัวอย่างการหักเหของเสียงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ



ที่เราอาจสังเกตเห็นได้ ได้แก่ การเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศร้อนได้เร็วกว่าอากาศเย็น ซึ่งเราทราบแล้วว่าชั้นต่าง ๆ ของอากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิไม่เท่ากันยิ่งชั้นสูงอุณหภูมิของอากาศก็ยิ่งลดลง ดังนั้นในที่สูง ๆ จากพื้นผิวโลก อัตราเร็วของเสียงจะน้อยกว่าบริเวณใกล้ผิวโลก ขณะเกิดฟ้าแลบและฟ้าร้องในตอนกลางวัน คลื่นเสียงจะเคลื่อนที่จากอากาศตอนบนซึ่งเย็นกว่าสู่อากาศบริเวณใกล้พื้นดินซึ่งร้อนกว่าทำให้เกิดการหักเหของเสียงฟ้าร้องกลับขึ้นไปในอากาศตอนบน ถ้าเสียงเกิดการหักเหกลับไปทั้งหมด เราจะเห็นเฉพาะฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง สถานการณ์ข้างต้นนี้แสดงว่า **เสียงมีสมบัติการหักเห**



รูป 1.5 การเกิดฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง

(ที่มา: ปรับจากสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เสียง. 2547: 152)



เรื่อง 1.2 สมบัติของเสียง

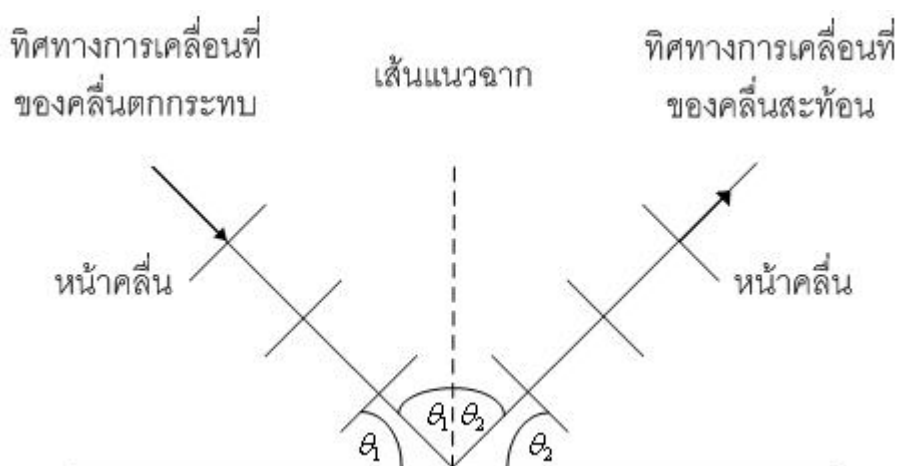


เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น ดังนั้นเสียงจึงมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคลื่นน้ำหรือคลื่นทั่ว ๆ ไป คือ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน

1. การสะท้อนของเสียง

เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางหรือตัวกลางชนิดเดียวกัน แต่คุณสมบัติต่างกันหรือตกกระทบสิ่งกีดขวางที่มีขนาดเท่ากับหรือโตกว่าความยาวคลื่นเสียงนั้น ก็จะเกิดการสะท้อนของเสียงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน คือ

- 1) ทิศทางของคลื่นตกกระทบ ทิศทางของคลื่นสะท้อนและเส้นแนวฉาก อยู่บนระนาบเดียวกัน
- 2) มุมตกกระทบ เท่ากับ มุมสะท้อน



รูป 1.6 แสดงทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อน

(ที่มา: ปรับจากสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เสียง. 2547: 114)

เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบกับผิวสะท้อนต่าง ๆ คลื่นเสียงที่สะท้อนออกมาจะมีความถี่ ความเร็ว ความยาวคลื่น และแอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนคงเดิม แต่เฟสของคลื่นสะท้อนอาจจะคงเดิมหรือเปลี่ยนแปลงไป พิจารณาได้ดังนี้



1.1 การสะท้อนของคลื่นเสียงซึ่งเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะได้ว่า

1.1.1 คลื่นการกระจัดที่สะท้อนจะมีเฟสเปลี่ยนไป 180 องศา ทำนองเดียวกันกับการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกที่ปลายตรึงแน่น โดยอนุภาคของตัวกลางบริเวณผิวสะท้อนไม่มีอิสระในการสั่น ในกรณีของเสียง เช่น การสะท้อนของเสียงที่พื้นห้อง ผนังห้อง ผนังกำแพงหรือที่หน้าลูกสูบ เป็นต้น

1.1.2 คลื่นความดันที่สะท้อนจะมีเฟสคงเดิม เนื่องจากความดันไม่สามารถเปลี่ยนไปได้ เช่น ความดันสูงตกกระทบผนังความดันสูงก็จะสะท้อนกลับออกมาหรือเมื่อความดันต่ำตกกระทบผนังความดันต่ำก็จะสะท้อนกลับออกมา

1.2 การสะท้อนของคลื่นเสียงซึ่งเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

คลื่นการกระจัดที่สะท้อนจะมีเฟสเหมือนเดิมทำนองเดียวกับการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกปลายอิสระ ในกรณีของเสียง เช่น การสะท้อนของเสียงภายในหลอดปลายเปิด

ประโยชน์ของการสะท้อนของคลื่นเสียง

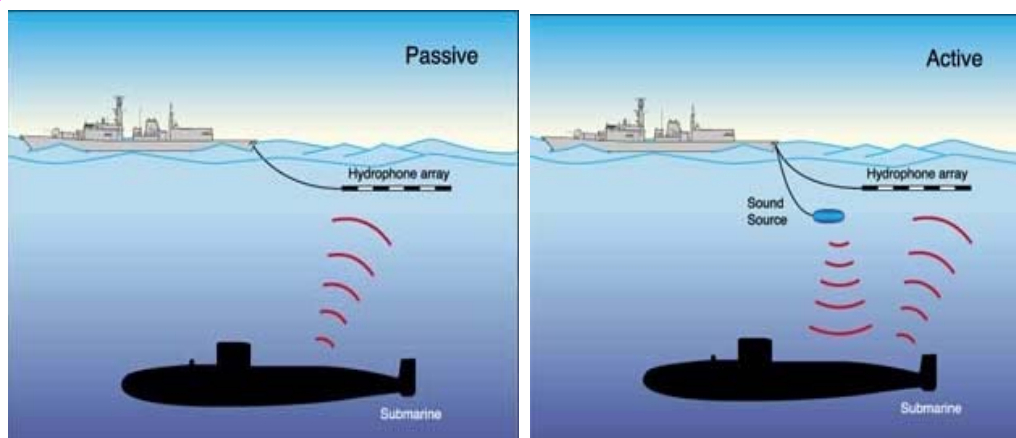


1) ใช้ในการออกแบบห้องประชุม โรงละครหรือโรงภาพยนตร์ โดยจะต้องออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม เพื่อป้องกันและลดเสียงรบกวนอันเกิดจากการสะท้อนของเสียงจากเพดาน ผนังและพื้นห้อง

2) ใช้ในการเดินเรือและประมง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า โซนาร์ (SONAR) ส่งคลื่นเสียงความถี่สูง ความยาวคลื่นน้อยผ่านลงไปใต้น้ำทะเล เพื่อตรวจหาความลึกของท้องทะเล หาตำแหน่งของวัตถุใต้น้ำ เช่น หิน โสโครก ฝูงปลา เรือที่จมอยู่ในน้ำหรือวัตถุที่มีขนาดเล็ก ๆ ได้ โดยคลื่นเสียงที่ส่งออกไปถ้าไปกระทบกับสิ่งกีดขวางก็จะเกิดการสะท้อนของเสียงกลับมายังเครื่องรับสัญญาณเสียงของเครื่องโซนาร์ทำให้ทราบเวลาที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปและกลับก็จะสามารถคำนวณหาความลึกของน้ำหรือความลึกของสิ่งกีดขวางที่อยู่ใต้น้ำที่ทำให้เกิดคลื่นเสียงสะท้อนกลับมาได้โดยใช้สูตร

$$\text{ระยะทาง (s)} = \text{ความเร็วของเสียงในตัวกลาง (v)} \times \text{เวลา (t)}$$





รูป 1.7 โซนาร์

ที่มา: [http://www.mod.uk/dpa/projects/sonarenvir/sonar types.htm](http://www.mod.uk/dpa/projects/sonarenvir/sonar%20types.htm)

สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2549

3) ใช้สำรวจลักษณะโครงสร้างของชั้นดิน ชั้นหิน โดยใช้ดินระเบิดทำให้เกิดคลื่นเสียงเคลื่อนที่ลงไปใต้ดิน แล้วใช้เครื่องรับฟังเสียงสะท้อนจากชั้นดิน ชั้นหินแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ก็จะทำให้ทราบลักษณะ โครงสร้างของชั้นดิน ชั้นหิน ซึ่งอาจจะบอกถึงสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชั้นหินนั้นได้ เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติหรือสินแร่ต่าง ๆ

4) ใช้ในวงการแพทย์ โดยใช้คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงที่เรียกว่า **อัลตราซาวด์ (Ultrasound)** ในการตรวจวิเคราะห์ทางการแพทย์เพื่อวินิจฉัยหาสาเหตุของความผิดปกติภายในร่างกาย เช่น การตรวจลิ้นหัวใจ ตรวจมดลูก ตรวจครรภ์ ตรวจเนื้องอก ตับ ม้ามและสมอง เป็นต้น ทั้งนี้เพราะคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงสามารถสะท้อนที่รอยต่อระหว่างชั้นของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้ดี





รูป 1.8 อัลตราซาวด์ (Ultrasound)

ที่มา: <http://blue.utb.edu/sonography/home.htm>

สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2549

ตัวอย่าง



ในการสำรวจความลึกของทะเลแห่งหนึ่ง ผู้สำรวจใช้เครื่องโซนาร์ส่งคลื่นเสียง
ไปได้ท้องทะเลแล้วจับเวลาที่เสียงเคลื่อนที่ออกเดินทางไปที่ยก้นทะเลจนกระทั่งสะท้อนกลับ
มายังเครื่องรับในเวลา 2 วินาที ทะเล ณ บริเวณนั้นลึกเท่าไร กำหนดให้อัตราเร็วของเสียง
ในน้ำทะเลเท่ากับ 1,531 เมตร/วินาที

วิธีทำ

ช่วงเวลาที่เสียงเริ่มเคลื่อนที่จนกระทั่งสะท้อนกลับใช้เวลา 2 วินาที

ดังนั้นช่วงเวลาที่เสียงเดินทางจากเรือไปกระทบกับพื้นใต้ท้องทะเลเท่ากับ 1 วินาที

จากความสัมพันธ์

$$S = vt$$

$$S = (1,531 \text{ m/s}) \times (1 \text{ s})$$

$$S = 1,531 \text{ m}$$

คำตอบ ทะเลบริเวณนั้นลึก 1,531 เมตร



2. การหักเหของคลื่นเสียง

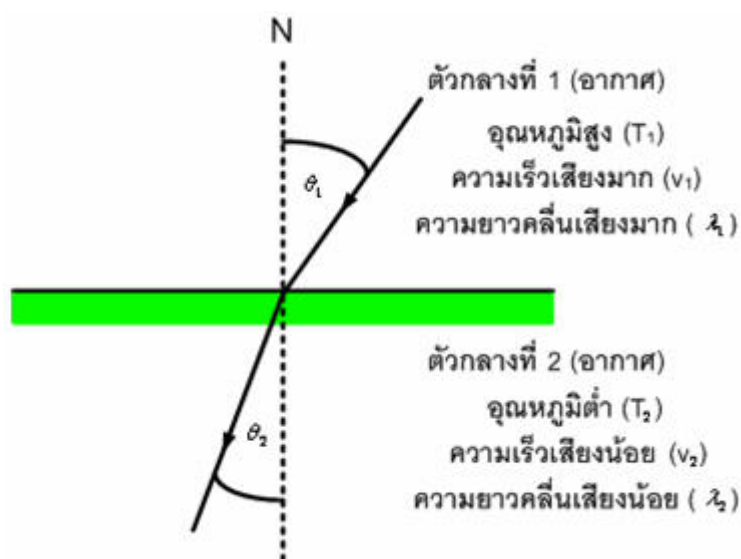


เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันหรือตัวกลางชนิดเดียวกันแต่อุณหภูมิต่างกัน จะทำให้อัตราเร็วของเสียงเปลี่ยนไปและทิศของคลื่นเสียงก็จะเปลี่ยนไปด้วย จึงทำให้คลื่นเสียงเกิดการหักเห

การหักเหและการสะท้อนของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่มักเกิดขึ้นพร้อมกัน เมื่อเสียงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ปริมาณเสียงที่สะท้อนจะมีมากกว่าปริมาณเสียงที่หักเห แต่เมื่อเสียงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ปริมาณเสียงที่สะท้อนจะมีน้อยกว่าปริมาณเสียงที่หักเห

การหักเหของเสียงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันหรือตัวกลางเดียวกันแต่อุณหภูมิต่างกัน เมื่อความถี่ของคลื่นเสียงคงตัวจะมีเงื่อนไขเหมือนกับคลื่นน้ำ ซึ่งเป็นไปตาม

กฎการหักเหของสเนลล์ (Snell's law) ดังรูป 1.9



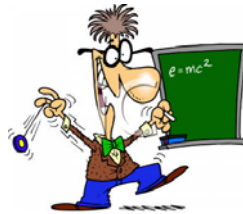
รูป 1.9 แสดงการหักเหของคลื่นเสียง

จากรูป 1.9 เสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 ซึ่งมีอุณหภูมิเป็น T_1 มีความเร็วเป็น v_1 มีความยาวคลื่นเป็น λ_1 และมีมุมตกกระทบเป็น θ_1 แล้วหักเหเข้าสู่ตัวกลางที่ 2 ซึ่งมีอุณหภูมิเป็น T_2 โดยมีความเร็วเป็น v_2 มีความยาวคลื่นเป็น λ_2 และมีมุมหักเหเป็น θ_2

จากกฎการหักเหของสเนลล์ จะเขียนเป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องการหักเหของเสียงได้ดังนี้



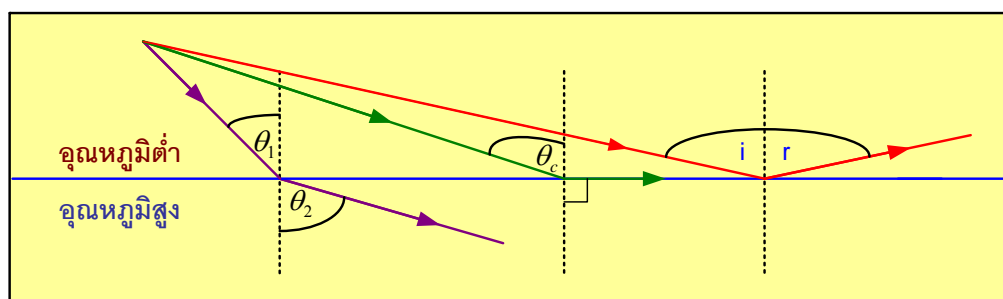
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}}$$



มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของเสียง

เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าคลื่นเสียง จะเกิดการหักเหเบนออกจากเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหโตกว่ามุมตกกระทบ ถ้ามุมตกกระทบ โตขึ้นเรื่อย ๆ จนพอดีทำให้มุมหักเห เท่ากับ 90° องศาพอดี เราจะเรียกว่ามุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเห เท่ากับ 90° องศาว่า **มุมวิกฤต** (θ_c)

ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต มุมหักเหจะโตกว่า 90° องศาซึ่งจะทำให้คลื่นเสียงสะท้อน กลับมาที่ตัวกลางเดิมตรงรอยต่อระหว่างตัวกลางแทนการหักเห เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การสะท้อนกลับหมดของเสียง**



รูป 1.10 แสดงการเกิดการสะท้อนกลับหมดของเสียง

(ที่มา: ปรับจากพิสิฐรุ้ วัฒนผดุงศักดิ์. เสียงและการได้ยิน. 2546: 6)

จากกฎของสเนลล์ เราสามารถคำนวณหามุมวิกฤตได้จาก

สูตร

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

ในเมื่อ θ_1 = มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1
 = มุมวิกฤต
 = θ_c
 θ_2 = มุมหักเหในตัวกลางที่ 2
 = 90° องศา
 v_1 = อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่ 1 (อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ)
 v_2 = อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่ 2 (อากาศที่มีอุณหภูมิสูง)

แทนค่าในสูตร จะได้ว่า

$$\frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} = \frac{v_1}{v_2}$$



การนำสมบัติการหักเหของคลื่นเสียงไปใช้ประโยชน์

- 1) ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับการเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง
- 2) ใช้อธิบายเกี่ยวกับการได้ยินเสียงในเวลากลางคืนดังชัดเจนกว่าในเวลากลางวัน

ตัวอย่าง



คลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 โดยทำมุมกระทบกับรอยต่อระหว่างตัวกลางเป็นมุม 30 องศา ถ้าอัตราเร็วของเสียงเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของอัตราเร็วเดิม ให้หามุมหักเหในตัวกลางที่ 2

วิธีทำ จากโจทย์ให้

$$\theta_1 = \text{มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1 เท่ากับ } 30^\circ$$

$$\theta_2 = \text{มุมหักเหในตัวกลางที่ 2}$$

$$V_1 = \text{อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่ 1}$$

$$V_2 = \text{อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่ 2}$$

$$= 2V_1$$

หามุม θ_2 จากความสัมพันธ์

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

แทนค่า

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_2} = \frac{V_1}{2V_1}$$

$$\sin \theta_2 = 2\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$= 1$$

แต่ $\sin 90^\circ = 1$

ดังนั้น มุม $\theta_2 = 90^\circ$

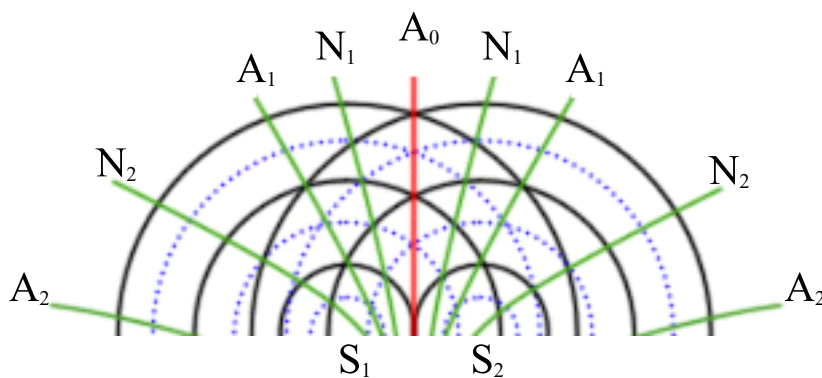
คำตอบ มุมหักเหในตัวกลางที่ 2 เท่ากับ 90 องศา



3. การแทรกสอดของเสียง

เมื่อมีคลื่นเสียง 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการรวมกันของคลื่นเป็นคลื่นลัพธ์ ในลักษณะแบบเสริมกันหรือแบบหักล้างกัน ตำแหน่งที่คลื่นรวมกันแบบเสริมกันจะเป็นตำแหน่งที่เกิดเสียงดังและเรียกตำแหน่งนี้ว่า **ปฏิบัพ (Antinode, A)** ส่วนตำแหน่งที่คลื่นรวมกันแบบหักล้างจะเป็นตำแหน่งที่เกิดเสียงค่อยและเรียกตำแหน่งนี้ว่า **บัพ (Node, N)**

ถ้าใช้ลำโพง 2 ตัวต่อพ่วงกันจากแหล่งกำเนิดสัญญาณเสียงอันเดียวกันเราจะเรียกลำโพง 2 ตัวนี้ว่า แหล่งกำเนิดอาพันธ์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและคลื่นที่ส่งออกมามีเฟสตรงกันหรือมีความต่างเฟสคงตัว เสียงที่กระจายออกจากลำโพงทั้งสองจะมีความถี่และเฟสตรงกัน คลื่นเสียงจะแผ่ออกโดยรอบลำโพงมีหน้าคลื่นเป็นทรงกลม ในการยื่นฟัง ณ บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง แต่บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย เราก็สามารถสรุปได้ว่าตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดัง เพราะเกิดจากการเสริมกันของคลื่นเสียงและตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อย เกิดจากการหักล้างกันของคลื่นเสียง ดังนั้นเราสามารถสรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้



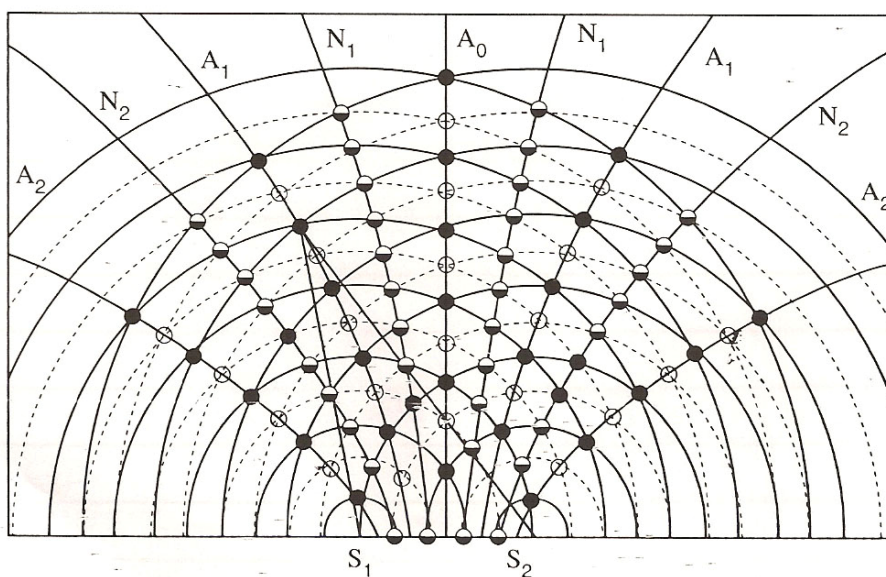
รูป 1.11 ภาพวาดแสดงการแทรกสอดของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ 2 แหล่ง S_1 กับ S_2 (ที่มา: ปรับจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, เสียง, 2547:150)

จากรูป 1.11 เส้นทึบที่แผ่ออกจากลำโพง 2 ตัวจะแสดงหน้าคลื่นที่เป็นสันคลื่น ซึ่งมีความดันสูงกว่าปกติมากที่สุด ส่วนเส้นประแสดงหน้าคลื่นที่เป็นท้องคลื่นซึ่งมีความดันต่ำกว่าปกติมากที่สุด



ตำแหน่งที่เกิดจากสันคลื่นพบสันคลื่นหรือท้องคลื่นพบท้องคลื่นจะเป็นตำแหน่งที่เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบเสริมกัน แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองจะเสริมกันทำให้แอมพลิจูดของความดัน ณ ตำแหน่งนี้มีค่ามากที่สุดและเรียกตำแหน่งนี้ว่า **ปฏิบัพ** ถ้าลากเส้นเชื่อมต่อจุดปฏิบัพที่อยู่ติดกัน ไปจะเรียกเส้นนี้ว่า **เส้นปฏิบัพ** และเนื่องจากความดังของเสียงขึ้นอยู่กับค่าแอมพลิจูดของความดัน ผู้สังเกตที่อยู่ ณ ตำแหน่งปฏิบัพต่าง ๆ บนเส้นปฏิบัพจะได้ยินเสียงดังมาก

ตำแหน่งที่เกิดจากสันคลื่นพบกับท้องคลื่นจะเป็นตำแหน่งที่เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองจะหักล้างกัน ทำให้แอมพลิจูดของความดัน ณ ตำแหน่งนี้มีค่าน้อยที่สุดและเรียกตำแหน่งนี้ว่า **บัพ** ถ้าลากเส้นเชื่อมต่อจุดบัพที่อยู่ติดกัน ไปจะเรียกเส้นนี้ว่า **เส้นบัพ** เนื่องจากความดังของเสียงขึ้นอยู่กับค่าแอมพลิจูดของความดัน ผู้สังเกตที่อยู่ ณ ตำแหน่งบัพต่าง ๆ บนเส้นบัพจะได้ยินเสียงค่อยมาก



รูป 1.12 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างระยะทางและความยาวคลื่น
(ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เสียง. 2547: 122)



เราสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างระยะทาง ($S_1P - S_2P$) และความยาวคลื่น สำหรับตำแหน่งปฏิบัติและบัพใด ๆ ของการแทรกสอดของเสียงได้โดยวิธีการเดียวกับการแทรกสอดของคลื่นน้ำ โดยวิเคราะห์จากรูป 1.12 ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ 2 แหล่ง

1. การพิจารณาดำแหน่งปฏิบัติบนเส้นปฏิบัติ $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$

ให้ P เป็นตำแหน่งปฏิบัติใด ๆ บนเส้น A_0 ระยะ S_1P กับ S_2P จะเท่ากันเสมอ

$$\therefore S_1P - S_2P = 0\lambda$$

ถ้า P เป็นตำแหน่งปฏิบัติใด ๆ บนเส้น A_1 ระยะ S_1P กับ S_2P จะต่างกัน 1λ เสมอ

$$\therefore S_1P - S_2P = 1\lambda$$

ถ้า P เป็นตำแหน่งปฏิบัติใด ๆ บนเส้น A_2 ระยะ S_1P กับ S_2P จะต่างกัน 2λ เสมอ

$$\therefore S_1P - S_2P = 2\lambda$$

ถ้า P เป็นตำแหน่งปฏิบัติใด ๆ บนเส้น A_n ระยะ S_1P กับ S_2P จะต่างกัน $n\lambda$ เสมอ

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

ดังนั้น สำหรับตำแหน่งปฏิบัติใด ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างระยะทางและความยาวคลื่น สามารถเขียนได้ดังนี้

$$S_1P - S_2P = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$n = 0$ หมายความว่า ตำแหน่งปฏิบัติอยู่บนเส้น A_0

$n = 1$ หมายความว่า ตำแหน่งปฏิบัติอยู่บนเส้น A_1 เป็นต้น

2. การพิจารณาดำแหน่งบัพบนเส้นบัพ $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$

ให้ Q เป็นตำแหน่งบัพใดๆ บนเส้น N_1 ระยะ S_1Q กับ S_2Q จะต่างกัน $\frac{\lambda}{2}$ เสมอ

$$\therefore S_1Q - S_2Q = \frac{\lambda}{2} = \left(1 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

ถ้า Q เป็นตำแหน่งบัพใดๆ บนเส้น N_2 ระยะ S_1Q กับ S_2Q จะต่างกัน $\frac{3}{2}\lambda$ เสมอ

$$\therefore S_1Q - S_2Q = \frac{3}{2}\lambda = \left(2 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

ถ้า Q เป็นตำแหน่งใดๆ บนเส้น N_3 ระยะ S_1Q กับ S_2Q จะต่างกัน $\frac{5}{2}\lambda$ เสมอ

$$\therefore S_1Q - S_2Q = \frac{5}{2}\lambda = \left(3 - \frac{1}{2}\right)\lambda$$



ถ้า Q เป็นตำแหน่งใดๆ บนเส้น N_n ระยะ S_1Q กับ S_2Q จะต่างกัน $\left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เสมอ

$$\therefore S_1Q - S_2Q = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

ดังนั้นจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างระยะทางและความยาวคลื่นสำหรับตำแหน่งใดๆ ดังนี้

$$\therefore S_1Q - S_2Q = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

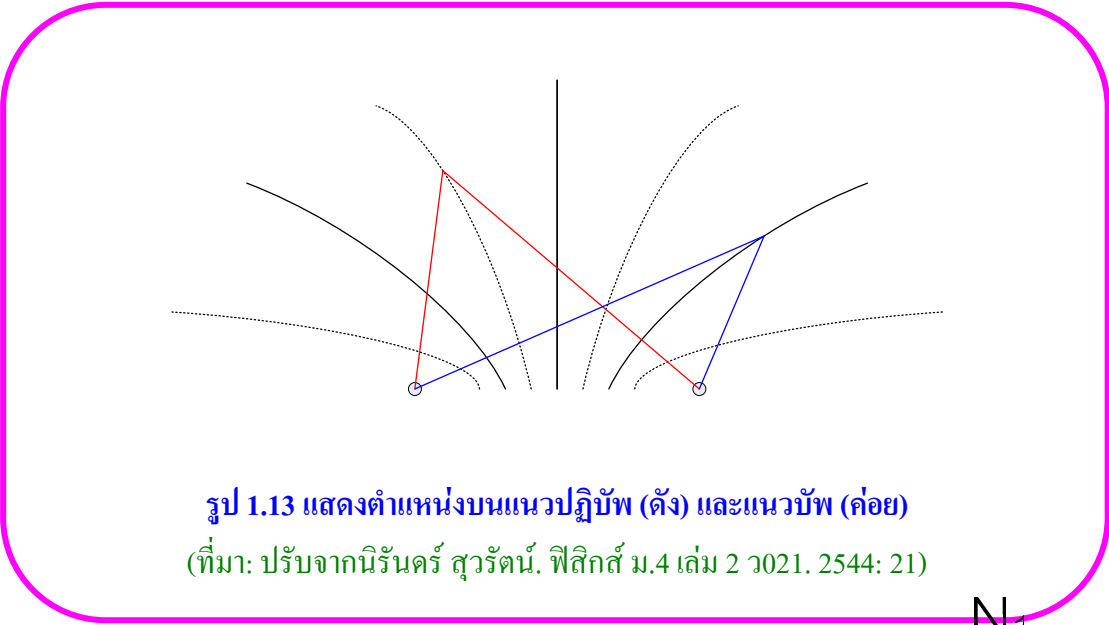
$n = 1$ หมายความว่าตำแหน่งบัพอยู่บนเส้น N_1

$n = 2$ หมายความว่าตำแหน่งบัพอยู่บนเส้น N_2 เป็นต้น

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 123)



การหาตำแหน่ง ปฏิบัพ (เสียงดัง) และ บัพ (เสียงค่อย)



รูป 1.13 แสดงตำแหน่งบนแนวปฏิบัพ (ดัง) และแนวบัพ (ค่อย)
 (ที่มา: ปรับจากนิรันดร์ สุวรรรัตน์. ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 ว021. 2544: 21)

N_1

ให้ P เป็นจุดปฏิบัพซึ่งอยู่บนเส้นปฏิบัพที่ n จะได้สมการปฏิบัพดังนี้คือ

$$|S_1P - S_2P| = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad A_1$$

$|S_1P - S_2P|$ เรียกว่า Path difference = ระยะทางต่างกัน

N_2

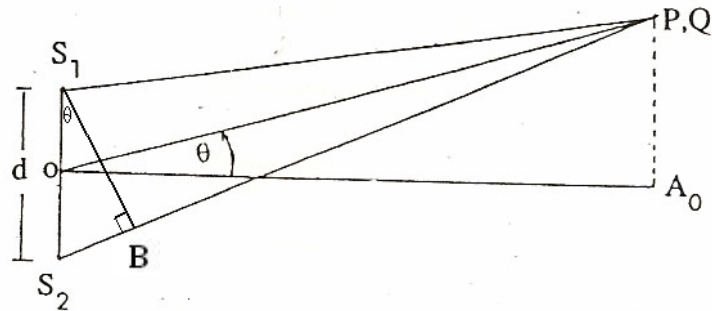
ให้ Q เป็นจุดบัพ ซึ่งอยู่บนเส้นบัพที่ n จะได้สมการบัพดังนี้คือ

$$|S_1Q - S_2Q| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad S_1$$

$|S_1Q - S_2Q|$ เรียกว่า Path difference

Q





รูป 1.14 แสดงการแทรกสอดของคลื่นเสียงจากลำโพง 2 ตัว ณ ตำแหน่งที่ไกลจากลำโพงมาก ๆ
(ที่มา: นรินทร์ สุวรรณ, ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 วอ 21. 2544: 22)

ให้ P เป็นจุดที่มีการแทรกสอดของคลื่นเสียง อยู่ไกลมากเมื่อเทียบกับ d โดยจุด P เบนจากแนวกลางเป็นมุม θ ลากเส้นตรง S_1B ตั้งฉากกับเส้นตรง S_2P ตรงจุด B จะได้ว่า $S_1P = BP$ และ $S_2\hat{S}_1B = \theta$ พิจารณาสามเหลี่ยมมุมฉาก S_1S_2B จะได้ว่า

$$S_2B = S_1S_2 \sin \theta$$

$$\text{หรือ } S_2B = d \sin \theta$$

$$\text{แต่ } S_2P - S_1P = S_2B$$

$$\therefore |S_2P - S_1P| = d \sin \theta$$

ถ้าให้ P เป็นจุดปฏิบัติที่อยู่บนเส้นปฏิบัติที่ n จะได้สมการปฏิบัติดังนี้คือ

$$d \sin \theta = n\lambda \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

ถ้าให้ Q เป็นจุดปฏิบัติที่อยู่บนเส้นปฏิบัติที่ n จะได้สมการปฏิบัติดังนี้คือ

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

ในกรณีที่คลื่นเสียงออกจากลำโพง 2 ตัว มีเฟสตรงข้ามกันเมื่อนำมาวิเคราะห์สมการของการแทรกสอดในทำนองเดียวกันกับคลื่นเสียงจากลำโพง 2 ตัวที่มีเฟสตรงกัน ดังกล่าวมาแล้ว จะได้สมการของการแทรกสอดของคลื่นเสียงที่มีเฟสตรงข้ามกัน ดังนี้คือ

สมการปฏิบัติ $\text{Path diff} = d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

สมการปฏิบัติ $\text{Path diff} = d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$



ตัวอย่าง



เสียงไซเรนของรถดับเพลิง มีความถี่เป็น 680 เฮิรตซ์ ผ่านเข้ามาทางช่องของหน้าต่าง กว้าง 1 เมตร ในแนวตั้งฉากกับหน้าต่างถ้าผู้ฟังเดินผ่านหน้าต่างในแนวขนานกับหน้าต่าง จากขอบหน้าต่างข้างหนึ่งไปยังขอบหน้าต่างอีกข้างหนึ่ง ผู้ฟังจะได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไป อยากทราบว่าตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อยมีกี่ตำแหน่ง กำหนดให้อัตราเร็วของเสียงในอากาศ ขณะนั้นเท่ากับ 340 เมตร/วินาที

วิธีทำ หาความยาวคลื่นเสียง จากความสัมพันธ์

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\text{แทนค่า} \quad \lambda = \frac{340}{680} \frac{m}{s \cdot s^{-1}}$$

ดังนั้น ความยาวคลื่นเสียง เท่ากับ 0.5 เมตร

เมื่อเสียงผ่านเข้ามาทางช่องหน้าต่างเปรียบเหมือนเป็นช่องแคบเดี่ยว เสียงจะเกิดการเลี้ยวเบน แล้วเกิดการแทรกสอด ทำให้ได้ยินเสียงดังค่อยสลับกัน ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อยจะเป็นตำแหน่งบัพ หาตำแหน่งบัพมากที่สุด เมื่อบัพสุดท้าย เบนออกจากแนวกลางเป็นมุม 90 องศา จากสมการของเส้นแนวบัพ สำหรับช่องแคบเดี่ยว

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

$$\text{แทนค่า} \quad (1) \sin 90^\circ = n(0.5)$$

$$(1)(1) = n(0.5)$$

$$\text{ดังนั้น} \quad n = 2$$

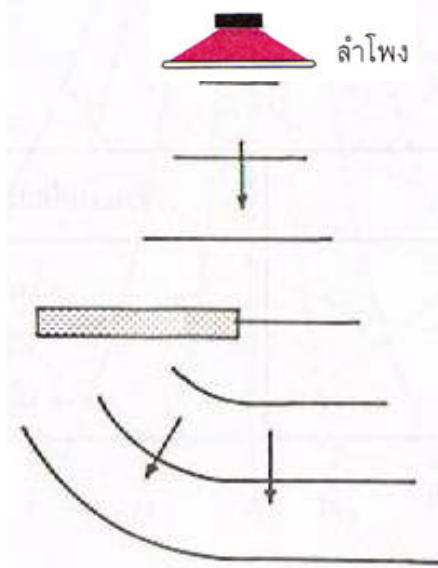
ได้บัพสุดท้ายเป็นบัพที่ 2 แสดงว่าแนวบัพทั้งหมดมี 4 แนว

คำตอบ ถ้าผู้ฟังเดินผ่านหน้าต่างในแนวขนานกับหน้าต่างจากขอบข้างหนึ่งไปยัง ขอบอีกข้างหนึ่งของหน้าต่าง จะได้ยินเสียงค่อย 4 ตำแหน่ง



4. การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง

การเลี้ยวเบนเป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นสามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ตามบริเวณขอบของสิ่งกีดขวาง การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียงจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเดินของเสียง เมื่อผ่านช่องแคบหรือขอบวัตถุในชีวิตประจำวันเราจะพบเห็นปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของเสียงอยู่เสมอ เช่น การได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่คนละด้านของกำแพงหรือคนละด้านของมุมตึกหรือเสียงผ่านเข้ามาทางช่องประตู หน้าต่าง โดยผู้ฟังมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดเสียง เป็นต้น



รูป 1.15 แสดงการเลี้ยวเบนของเสียง

(ที่มาปรับจาก: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เสียง. 2534:18)

การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง เหมือนกับการเลี้ยวเบนของคลื่นน้ำซึ่งจะพิจารณาดังต่อไปนี้

1) การเลี้ยวเบนของเสียงผ่านช่องแคบคู่

เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบคู่ ช่องแคบจะประพฤติตัวเป็นแหล่งกำเนิดเสียง S_1 และ S_2 โดยคลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดทั้งสองจะมีเฟสตรงกัน ขณะผ่านช่องแคบจะเลี้ยวเบนไปแทรกสอดกันทำให้เกิดตำแหน่งปฏิบัพ (เสียงดัง) และบัพ (เสียงค่อย) ซึ่งมีเงื่อนไขของการแทรกสอดเป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้



สมการปฏิบัติ $|S_1P - S_2P| = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

หรือ $d \sin \theta = n\lambda$

ในเมื่อ P เป็นจุดปฏิบัติที่อยู่บนเส้นปฏิบัติใดๆ

d เป็นระยะห่างระหว่างช่องแคบทั้งสอง

θ เป็นมุมที่จุดปฏิบัติ P เบนออกจากเส้นปฏิบัติกลาง

สมการบัพ $|S_1Q - S_2Q| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

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

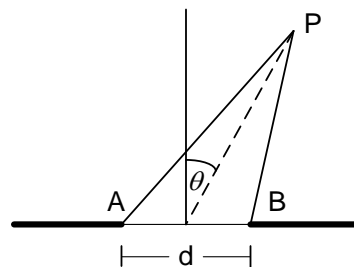
ในเมื่อ Q เป็นจุดบัพที่อยู่บนเส้นบัพใดๆ

d เป็นระยะห่างระหว่างช่องแคบทั้งสอง

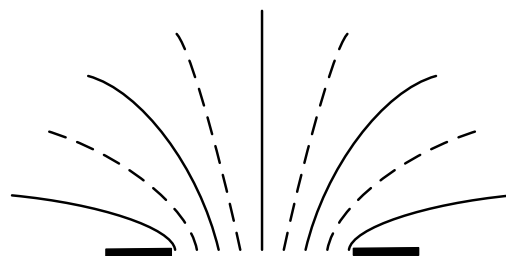
θ เป็นมุมที่จุดบัพ Q เบนออกจากเส้นปฏิบัติกลาง (A_0)

2) การเลี้ยวเบนของเสียงผ่านช่องแคบเดี่ยว

เมื่อคลื่นเสียงซึ่งมีความยาวคลื่น λ เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบเดี่ยว ซึ่งมีความกว้าง d ในแนวตั้งฉาก คลื่นเสียงจะเกิดการเลี้ยวเบนและเกิดการแทรกสอดเหมือนกับคลื่นน้ำ ดังรูป 1.16 และ 1.17



รูป 1.16 การเลี้ยวเบนของเสียงผ่านช่องเดี่ยว



รูป 1.17 แนวการแทรกสอดของเสียงจากช่องเดี่ยว

(ที่มา: ปรับจากฟิสิกส์ วัฒนธรรมของศักดิ์. เสียงและการได้ยิน. 2546: 9)



ในการพิจารณาแนวปฏิบัติและบัพที่เกิดจากการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียงผ่านช่องแคบเดี่ยว จะมีเงื่อนไขของการแทรกสอดเป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

สมการบัพ (เสียงค่อย) $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

สมการปฏิบัติ (เสียงดัง) $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

การเลี้ยวเบนของเสียงผ่านช่องแคบแล้วไม่ปรากฏแนวการแทรกสอดให้เห็นจะเรียกว่า คลื่นเสียงนั้นเลี้ยวเบนดีที่สุดซึ่งมีเงื่อนไขเหมือนกับคลื่นน้ำที่ได้ศึกษาผ่านไปแล้วดังนี้

1. ถ้าช่องแคบเดี่ยวมีความกว้างของช่อง d น้อยกว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่น λ จะเลี้ยวเบนดี คือ จะไม่มีแนวการแทรกสอดปรากฏให้เห็น

2. ถ้าช่องแคบเดี่ยวมีความกว้าง d มากกว่าความยาวคลื่น λ จะเลี้ยวเบนไม่ดี คือ มีแนวการแทรกสอดปรากฏให้เห็น

3. ถ้าระยะห่างของช่องแคบคู่ d น้อยกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ จะเลี้ยวเบนดี คือ จะไม่มีแนวการแทรกสอดปรากฏให้เห็น

4. ถ้าระยะห่างของช่องแคบคู่ d มากกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ จะเลี้ยวเบนไม่ดี คือ จะมีแนวการแทรกสอดปรากฏให้เห็น

(พิสิฐ วัฒนผดุงศักดิ์, 2546, หน้า 9)

