

แผนการสอน

เรื่อง คุณภาพของเสียง
หลักสูตรที่ 1

สาระที่ 5 งาน พลังงาน

เวลา 3.15 ชั่วโมง
ช่วงชั้นที่ 4

แนวความคิดหลัก

เสียงที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้น จะประกอบไปด้วยเสียงที่มีความถี่มากมาผสมกันความถี่ต่ำสุดของเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงเรียกว่า **ความถี่มูลฐาน** ส่วนความถี่อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมกันนั้น จะเป็นความถี่ที่เป็นจำนวนเท่าของความถี่มูลฐานซึ่งเราเรียกว่า **ความถี่ฮาร์มอนิก** แหล่งกำเนิดเสียงชนิดเดียวกันขณะที่สั่นอยู่นั้น ถึงแม้ว่าจะให้เสียงซึ่งมีทั้งความถี่มูลฐานและความถี่ฮาร์มอนิก แต่สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่แตกต่างกัน จำนวนฮาร์มอนิก และความเข้มเสียงของมันจะแตกต่างกัน (ความเข้มเสียง หมายถึง ปริมาณของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่) ส่งผลให้คลื่นเสียงแตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาลักษณะคลื่นเสียงที่แตกต่างกันนี้ เราเรียกกันว่า **คุณภาพเสียง** ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง

วัตถุประสงค์

- สังเกต ทดลอง และอธิบายคุณภาพของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆได้
- ยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องคุณภาพของเสียงมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

วิธีการจัดกิจกรรม : ตามกระบวนการ 5 Es ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

ผู้สอนให้ผู้เรียนฟังเพลงที่เป็นเสียงจากเครื่องดนตรีต่างๆที่เล่นด้วยโน้ตตัวเดียวกันและ ทายว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นเสียงจากเครื่องดนตรีชนิดใด และผู้สอนให้ผู้เรียนลองอภิปรายกันในประเด็นที่ว่า เหตุใดหูของเราจึงสามารถรับรู้และบอกได้ว่าแหล่งกำเนิดเสียงเป็นชนิดใด

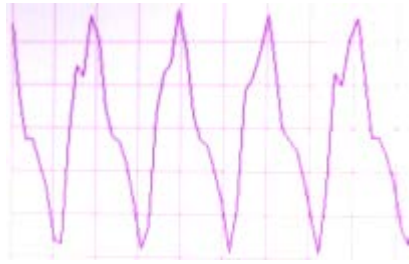
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

2.1 คลื่นเสียงจากเครื่องดนตรีชนิดต่างๆ

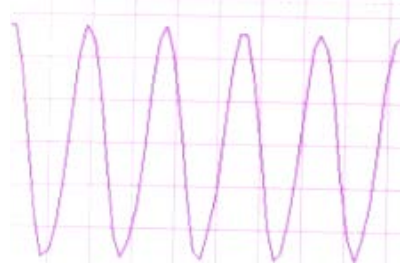
- ให้ผู้เรียนออกมาเป่าขลุ่ยที่หน้าไมโครโฟนที่ต่อกับเครื่องขยายสัญญาณและเครื่องออสซิลโลสโคป เพื่อดูรูปคลื่นของเสียงขลุ่ย (แต่ถ้าสถานศึกษาใดไม่มี ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนดูรูปภาพของคลื่นเสียงจากเครื่องดนตรีแบบต่างๆ ในหนังสือเรียนฟิสิกส์พื้นฐานและฟิสิกส์สาระเพิ่มเติม เล่ม 2 เรื่องคลื่นเสียง ได้)

- เปลี่ยนจากขลุ่ยเป็นแหล่งกำเนิดเสียงอื่น เช่น หลอดกาแฟ ตรวจสอบดูรูปคลื่น (สามารถใช้เครื่องดนตรีชนิดอื่นหรือของท้องถิ่นเพิ่มเติมได้)

2.2 เขียนลักษณะของรูปคลื่น (ที่เห็นจากเครื่องออสซิลโลสโคป หรือ จากหนังสือเรียนรูป 12.12) รวมทั้งเสียงขลุ่ย หลอดกาแฟ หรือ ปี่และเครื่องดนตรีชนิดอื่นเพื่อเปรียบเทียบกัน



ปี



ขลุ่ย

รูปตัวอย่างคลื่นของเสียงปีกับเสียงขลุ่ยที่เห็นจากเครื่อง ออสซิลโลสโคป

2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนที่เหลือในห้องร่วมทำกิจกรรมโดยการปิดตาและฟังเสียงจากปีและ ขลุ่ยโดยผู้เรียนสามารถบอกได้ถูกต้องว่าเป็นเครื่องดนตรีชนิดใด

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

3.1 ผู้สอนและผู้เรียนนำผลที่ได้จากการสำรวจค้นหา มาร่วมกันอภิปราย ถึงลักษณะของรูปคลื่นของเสียงจากเครื่องดนตรีต่างๆ เช่น ไวโอลินและ ซอด้วง และปัจจัยใดที่ทำให้รูปคลื่นของเสียงต่างกันทั้ง ๆ ที่เล่นด้วยโน้ตเดียวกัน ซึ่งผู้สอนอาจให้ความรู้เพิ่มเติมเสริมในการอภิปรายว่า แต่ละคลื่นเสียงมีค่าแอมพลิจูดเป็นอย่างไร ซึ่งต้องใช้เครื่องมือที่มี FFT หรือ Fast Fourier Transform ช่วยทำการวิเคราะห์

สำหรับสาเหตุที่ทำให้เครื่องดนตรีทั้งสองชนิดให้คุณภาพเสียงที่ต่างกันก็อาจเป็นไปได้ดังนี้คือ

	ไวโอลิน	ซอด้วง
กล่องเสียง	ทำด้วยไม้	แผ่นหนังซึ่งบนกระบอกไม้
ปริมาตรกล่อง	มาก	น้อย
สาย	โลหะ	สายไหม
หย่อง	ขนาดใหญ่	ขนาดเล็ก

ค้นซึกนั้นไม่มีผลมากนัก เพราะทั้งคู่ทำจากหางม้าทำด้วยยางสนเช่นเดียวกัน การวิเคราะห์สรุปสามารถทำได้จากลักษณะทางกายภาพภายนอก และจากคุณภาพเสียงที่ออกมาจากเครื่องดนตรี

ถ้าจะพิจารณาอย่างลึกซึ้งต่อไป ในกลุ่มของไวโอลินเองก็มีคุณภาพเสียงแตกต่างกันเล็กน้อย ทำให้มีไวโอลินตั้งแต่ราคาไม่กี่พันบาทจนถึงร้อยล้านบาท (เป็นไวโอลินของ Stradivarius ในกลุ่มช่างชาวอิตาลีเลยน) สำหรับซอด้วงก็เช่นกันมีตั้งแต่ราคาประมาณห้าร้อยบาทจนถึงห้าพันบาท ถ้าตัวซอและกระบอกเสียงทำด้วยงาล้วนจะยิ่งแพงขึ้น

กลุ่มขลุ่ยนั้น ใช้วัสดุหลายชนิดตั้งแต่ไม้รวก ไม้ชิงชัน ไม้สัก พลาสติก โลหะ ทำให้ คุณภาพเสียงแตกต่างกันเล็กน้อย เพราะว่าเรายังสามารถฟังออกว่าเป็นเสียงขลุ่ย แต่ถ้าเป็นคนละกลุ่มคุณภาพเสียงจะต่างกันมาก เช่น เสียงขลุ่ยกับเสียงปี เสียงไวโอลินกับเสียงกีตาร์

ทางดนตรีสากลได้แบ่งประเภทเครื่องดนตรีเป็น 4 ประเภท คือ เครื่องสาย (String) เครื่องลมไม้ (Woodwind) เครื่องลมทองเหลือง (Brass) เครื่องตีกระทบ (Percussion)

3.2 นักเรียนสรุปผลการศึกษาคลื่นเสียงจากเครื่องดนตรีต่างๆ

4. ขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

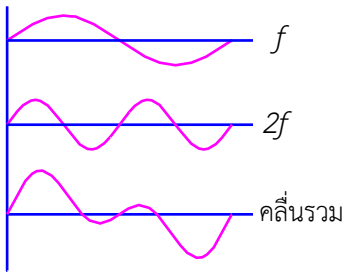
ผู้สอนให้ความรู้เกี่ยวกับความถี่มูลฐานและฮาร์โมนิก ซึ่งเป็นสาเหตุให้หูของเรารับรู้เสียงและแยกได้ว่าเสียงที่ฟังนั้นมาจากแหล่งกำเนิดชนิดใด ซึ่งเรียกว่า คุณภาพเสียง ดังรายละเอียดดังนี้

ผู้สอนให้ความรู้ที่ว่าเสียงของเครื่องดนตรี มักประกอบจากคลื่นเสียงหลาย ๆ ความถี่มารวมกัน โดยแต่ละความถี่จะมีความถี่ที่สูงเป็นจำนวนเท่าของคลื่นเสียงความถี่ต่ำสุด ความถี่ต่ำสุดเรียกว่า ความถี่มูลฐาน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฮาร์โมนิกที่ 1 ส่วนความถี่อื่นๆ ซึ่งเป็นจำนวนเท่าของความถี่มูลฐานจะเป็นฮาร์โมนิกที่ 2, 3... ตามลำดับ (ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน สสวท.เรื่องคลื่นเสียง) ขณะที่ตัวก้องกำเนิดเสียงสั้นจะให้เสียงซึ่งมีความถี่มูลฐานและฮาร์โมนิกต่างๆ ออกมาพร้อมกัน จำนวนฮาร์โมนิกและความเข้มเสียงของแต่ละฮาร์โมนิกแตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของคลื่นเสียงแตกต่างกัน ผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมว่าเสียงดนตรีโดยทั่วไปคลื่นเสียงความถี่มูลฐาน จะมีความเข้มมากที่สุด ดังนั้นเมื่อรวมกันหลายๆความถี่ เสียงที่ได้ยินจะมีระดับเสียงเท่ากับระดับเสียงของคลื่นเสียงความถี่มูลฐาน ให้ผู้เรียนพิจารณากราฟระหว่างความดันกับตำแหน่งของเสียงไวโอลินและเสียงซอด้วง ดังรูป 12.19 หน้า 170 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์สาระเพิ่มเติม เล่ม 2 ซึ่งมีรูปร่างต่างกัน ดังนั้นเสียงไวโอลินและซอด้วงแม้จะมีระดับเสียงเดียวกันแต่จะมีความแตกต่างกัน

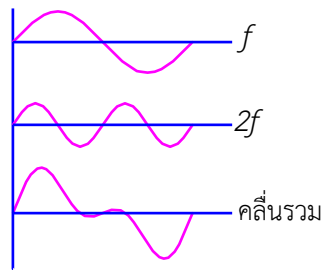
สาเหตุที่รูปร่างของกราฟระหว่างความดันกับตำแหน่งของเสียงไวโอลินและซอด้วงแตกต่างกันนั้นเนื่องมาจากความเข้มเสียงในแต่ละฮาร์โมนิกที่รวมกันเป็นเสียงไวโอลินและซอด้วงนั้น แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาจากกราฟระหว่างความดันกับตำแหน่งของคลื่นเสียงสองเสียงซึ่งมีระดับเสียงเดียวกันแต่รูปร่างไม่เหมือนกันนี้ ทำให้เราได้ยินเสียงทั้งสองนั้นแตกต่างกัน ลักษณะรูปคลื่นที่ต่างกันของเสียงที่กล่าวมานี้ เราเรียกว่า **คุณภาพเสียง** แตกต่างกัน ให้ผู้เรียนสังเกตรูปคลื่นของเครื่องดนตรีประเภทต่างๆ (ถ้ามีเพิ่มเติม) นอกเหนือจากเสียงปีและเสียงขลุ่ย

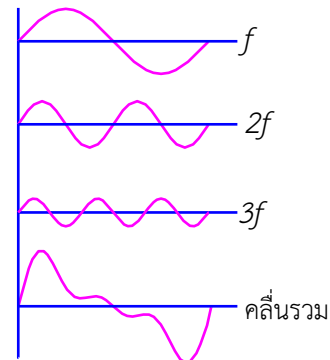
ในขณะที่สายไวโอลินมีการสั่น จะเกิดเสียงซึ่งประกอบด้วยความถี่ $f, 2f, 3f, \dots, nf$ มาพร้อม ๆ กัน โดยแต่ละความถี่จะมีความเข้มเสียงแตกต่างกัน เสียงจากขลุ่ยก็เช่นกัน จะประกอบด้วยความถี่ $f, 2f, 3f, \dots, nf$ ออกมาพร้อม ๆ กัน โดยความเข้มเสียงแต่ละความถี่จะแตกต่างกัน คลื่นเสียงจากขลุ่ยจะมีความสัมพันธ์



ก. การซ้อนทับระหว่างคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีความถี่ f และ $2f$ โดยมีค่าแอมพลิจูดเท่ากัน



ข. การซ้อนทับระหว่างคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีความถี่ f และ $2f$ โดยมีค่าแอมพลิจูดไม่เท่ากัน



ค. การซ้อนทับระหว่างคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีความถี่ f , $2f$ และ $3f$ โดยมีค่าแอมพลิจูดไม่เท่ากัน

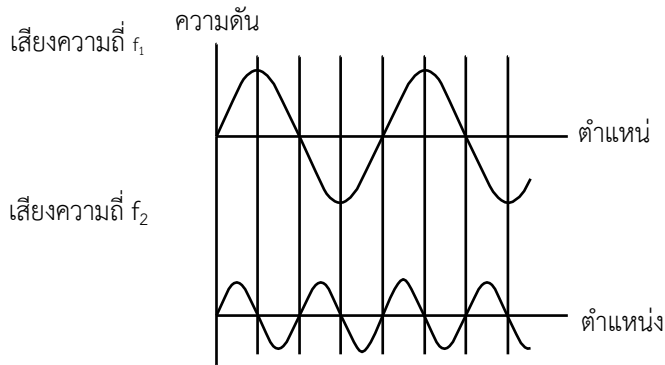
ผู้สอนอาจสรุปให้ผู้เรียนฟังอีกครั้งว่าความถี่ของเสียงต่ำสุดที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงใด ๆ เราเรียกว่า **ความถี่มูลฐาน** ของแหล่งกำเนิดนั้น สำหรับความถี่อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กับความถี่มูลฐานแต่มีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐาน สำหรับแต่ละแหล่งกำเนิดที่ต่างกัน จะมีลักษณะเฉพาะตัวที่ต่างกันของสัญญาณคลื่นเสียง หรือที่เราเรียกว่ามี **คุณภาพเสียง** ต่างกันนั่นเอง คุณภาพเสียงจะช่วยให้เราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงที่แตกต่างกันได้

5. ขั้นประเมิน (Evaluation : E₅)

5.1 ให้ผู้เรียนเพศชายออกมาพูดประโยคหนึ่งและ ให้ผู้เรียนเพศหญิงออกมาพูดประโยคเดียวกัน ผู้เรียนในห้อง (ที่ปิดตา) สามารถแยกแยะได้ว่าเป็นเสียงของเพศชายหรือเป็นเสียงของ เพศหญิง

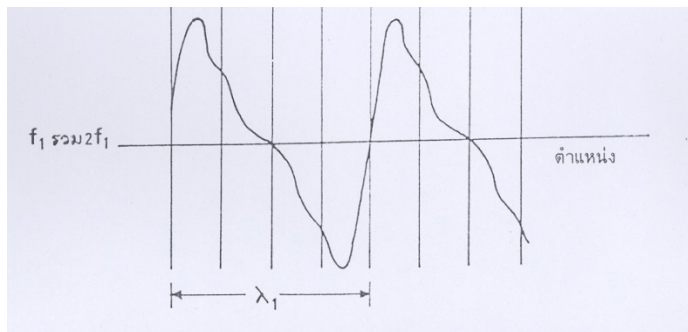
5.2 ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายการใช้ประโยชน์จากการศึกษาคุณภาพเสียง ซึ่งแนวอภิปรายอาจออกมาในลักษณะนี้คือ คุณภาพของเสียงช่วยให้เราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง ความรู้เรื่องนี้นำไปสร้างเครื่องวิเคราะห์เสียงว่าเสียงพูดนั้นเป็นเสียงของใคร ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้มีใช้ในกระบวนการสอบสวนของตำรวจ ผู้เรียนอาจได้ข้อสรุปพร้อมด้วยว่า การสร้างเสียงสังเคราะห์จาก วงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ใช้ความรู้เรื่องคุณภาพของเสียงเช่นเดียวกัน เช่น เสียงจากออร์แกนไฟฟ้า หรือ เครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถผลิตเสียงที่เกือบเหมือนเครื่องดนตรีชนิดต่างๆได้

5.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตรูปภาพแสดงการรวมคลื่น ดังรูป 12.9 เรื่องคลื่นเสียงจากหนังสือเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาว่า เมื่อมีคลื่นเสียงฮาร์มอนิกหลายๆ คลื่นเสียงมารวมกัน ซึ่งถ้าหากว่าแอมพลิจูดของคลื่นความถี่มูลฐานมีค่ามากที่สุดแล้ว คลื่นรวมจะมีความถี่เท่ากับคลื่นความถี่มูลฐาน



รูปภาพความดันของอากาศและตำแหน่งที่มีคลื่นที่เสียงความถี่ f_1 และ f_2 ผ่าน

จากการรวมคลื่นควรได้คลื่นรวมเป็นดังรูป



รูปการรวมกันของคลื่นที่เป็นฮาร์มอนิก

จากกราฟรูป จะพบว่าแม้คลื่นรวมจะมีรูปร่างต่างไปจากคลื่นความถี่มูลฐาน f_1 แต่ความยาวคลื่นของคลื่นรวมจะเท่ากับความยาวคลื่นของคลื่นความถี่มูลฐาน แสดงว่าความถี่ของคลื่นรวมจะเท่ากับคลื่นความถี่มูลฐานนั่นเอง

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรม การตอบคำถาม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น
2. ประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มและผลจากการทำกิจกรรม
3. ประเมินเจตคติ คุณธรรม ที่ผู้เรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องดนตรีในโรงเรียนและเครื่องดนตรีในท้องถิ่น
2. เครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ออร์แกนไฟฟ้า หรือ อิเล็กโทรน
3. เครื่องออสซิลโลสโคป
4. ไมโครโฟน
5. ปรีแอมป์ ขนาดเล็ก

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. นักดนตรี ผู้สอนดนตรี ผู้ปกครองนักเรียน
2. ผู้เรียนที่เป็นนักดนตรี
3. เอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้องและการค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต