



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นายวิทยา ต๋วยศักดิ์ดา

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยของศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง
- 2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดันขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

คลื่นเสียง (sound wave) เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานการสั่นไปยังอนุภาคของตัวกลางที่อยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นและถ่ายโอนพลังงานต่อไปยังอนุภาคที่อยู่ถัดกันไปเรื่อยๆ จนถึงหูผู้ฟัง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเสียง (Sound propagation)

คลื่นเสียงในอากาศ เมื่อตัวก่อเกิดเสียงมีการสั่น โมเลกุลของอากาศจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานของการสั่นให้กับโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ โดยการชน

กรณีการเคลื่อนที่ของเสียงในอากาศ พบว่าทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงกับทิศการสั่นของอนุภาคของอากาศอยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้น เสียงจึงเป็นคลื่นเสียงตามยาว

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

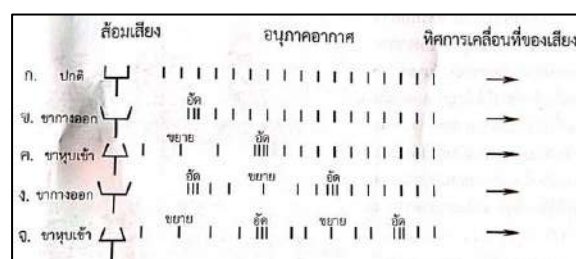
คลื่นเสียง (sound wave) เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ แต่การสั่นของวัตถุทุกชนิดไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดเสียง เนื่องจากเมื่อเราพูดถึง “เสียง” เชื่อมโยงกับการได้ยินของมนุษย์ ซึ่งการได้ยินเสียงของมนุษย์ขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน เช่น ความถี่ของคลื่น แอมพลิจูดของคลื่น เป็นต้น วัตถุที่สั่นและมีการถ่ายโอนพลังงานไปยังตัวกลางที่ทำให้หูของมนุษย์ตอบสนองต่อการสั่น เรียกคลื่นที่เกิดจากการสั่นนั้นว่า **เสียง (sound)**

นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ดังนี้

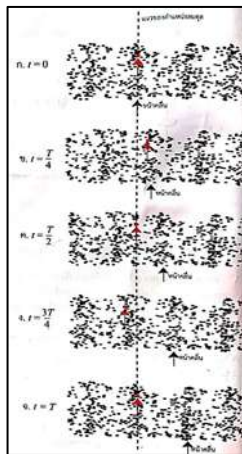
- 1) คลื่นที่ไดยิน หรือ เสียง (audible waves หรือ sounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ที่อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ อยู่ในช่วง 20 – 20000 เฮิรตซ์
- 2) คลื่นใต้เสียง (infrasonic waves หรือ infrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์
- 3) คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves หรือ ultrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์

การเคลื่อนที่ของเสียง เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานการสั่นไปยังอนุภาคของตัวกลางที่อยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นและถ่ายโอนพลังงานต่อไปยังอนุภาคที่อยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จนถึงหูผู้ฟัง พิจารณาการเคลื่อนที่ของเสียงที่เกิดจากการเคาะส้อมเสียง ขาส้อมเสียงจะสั่นแกว่งออกและหุบเข้า ทำให้ความหนาแน่นของอากาศบริเวณรอบส้อมเสียงเปลี่ยนแปลง กล่าวคือขณะที่ขาส้อมเสียงแกว่งออก อนุภาคของอากาศที่อยู่ด้านที่คลื่นเสียงผ่านไป จะอยู่ชิดกันมากขึ้น ความดันอากาศจึงสูงกว่าปกติ เรียกว่า **ส่วนอัด (compression)** เมื่อขาส้อมเสียงหุบเข้า อนุภาคของอากาศด้านนั้นจะอยู่ห่างกันมาก ความดันอากาศจึงต่ำกว่าปกติ เรียกว่า **ส่วนขยาย (rarefaction)** ทำให้อากาศถูกอัดและขยายอย่างต่อเนื่อง ตามการสั่นของส้อมเสียง เกิดเป็นคลื่นเสียงเคลื่อนที่แผ่ออกไป ดังรูป 12.1



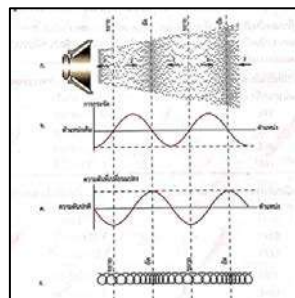
รูป 12.1 อากาศบริเวณล้อมเสียงถูกอัดและขยาย ตามการสั่นของส้อมเสียง

เมื่อส้อมเสียงสั่น จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานไปยังอนุภาคของอากาศที่อยู่ข้างเคียง เกิดการชนกันระหว่างอนุภาคที่อยู่ติดกัน ทำให้อนุภาคเหล่านั้นเคลื่อนที่กลับไปกลับมารอบตำแหน่งสมดุลในลักษณะเดียวกับการสั่นของแหล่งกำเนิด ซึ่งจุดสีแดงแทนอนุภาคของอากาศที่กำลังพิจารณาในช่วงเวลา 0 ถึง 1 คาบ (T) ดังรูป 12.2 ก. - จ. จะเห็นว่าที่เวลา $t = 0$ (รูป 12.2 ก.) จุดสีแดงอยู่ที่ตำแหน่งสมดุล ที่เวลา $t = T/4$ (รูป 12.2 ข.) จุดสีแดงมีการกระจัดในทิศทางหนึ่ง ที่เวลา $t = T/2$ (รูป 12.2 ค.) จุดสีแดงกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งสมดุล ที่เวลา $t = 3T/4$ (รูป 12.2 ง.) จุดสีแดงมีการกระจัดในทิศทางตรงข้าม และที่เวลา $t = T$ (รูป 12.2 จ.) จุดสีแดงกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งสมดุลอีกครั้ง นั่นคือ อนุภาคของอากาศจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง โดยไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นเสียง ดังนั้น เสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว



รูป 12.2 การเคลื่อนที่ของเสียงและสั่นของอนุภาคของอากาศ

6) พิจารณารูป 12.3 ก. ซึ่งแสดงการกระจายตัวของอนุภาคของอากาศที่ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านไป ณ เวลาหนึ่ง เมื่อพิจารณาการกระจัดของอนุภาคอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ จะเห็นว่าอนุภาคของอากาศไม่มีการกระจัด ณ ตำแหน่งที่อากาศถูกอัดหรือขยายมากที่สุด และอนุภาคของอากาศจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งสมดุลมากที่สุดหรือมีการกระจัดสูงสุด ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างส่วนที่อากาศถูกอัดและขยายมากที่สุด เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดของอนุภาคอากาศกับตำแหน่งตามแนวที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ ดังรูป 12.3 ข.



รูป 12.3 การกระจายตัวของอนุภาคอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านไป
ณ เวลาหนึ่งเปรียบเทียบกับคลื่นตามยาวในสปริง

เมื่อพิจารณาความดันอากาศที่เปลี่ยนไปตามตำแหน่งต่างๆ ดังรูป 12.3 ค. พบว่า เมื่ออนุภาคอากาศอยู่ห่างกันเป็นระยะเท่ากับตอนไม่มีคลื่นเสียง ความดันอากาศในบริเวณนั้นเท่ากับความดันบรรยากาศหรือความดันที่เปลี่ยนไปเท่ากับศูนย์ แต่ในขณะที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอนุภาคของอากาศ ระยะห่างระหว่างอนุภาคจะเปลี่ยนไป ความดันอากาศในบริเวณนั้นไม่เท่ากับความดันบรรยากาศ หรือ ความดันที่เปลี่ยนไปไม่เท่ากับศูนย์ โดยความดันอากาศที่เปลี่ยนไปมีค่าเป็นบวกในบริเวณที่อนุภาคอยู่ชิดกัน เนื่องจากมีความดันมากกว่าความดันบรรยากาศ และความดันอากาศที่เปลี่ยนไปมีค่าเป็นลบในบริเวณที่อนุภาคอยู่ห่างกัน เนื่องจากมีความดันน้อยกว่าความดันบรรยากาศ

ความดันที่เปลี่ยนไปของตัวกลางนี้เปลี่ยนแปลงไปตามจังหวะหรือความถี่การสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นจึงมีความถี่เดียวกันกับความถี่การสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงนั่นเอง

กราฟระหว่างความดันอากาศที่เปลี่ยนไปกับตำแหน่ง ดังรูป 12.3 ค. มีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์ (Sinusoidal wave) เช่นเดียวกับกราฟระหว่างการจัดของอนุภาคอากาศกับตำแหน่ง ดังรูป 12.3 ข. แต่มีเฟสต่างกัน 90 องศา โดยความดันอากาศที่เปลี่ยนไปมีค่าสูงสุด เมื่อการจัดของอนุภาคของอากาศมีค่าเป็นศูนย์ และความดันอากาศที่เปลี่ยนไปมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อการจัดของอนุภาคของอากาศมีค่าสูงสุด ขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ การการจัดของอนุภาคอากาศและความดันอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เทียบกับตำแหน่งเป็นคลื่นรูปไซน์ เรียกการเปลี่ยนแปลงการจัดว่า **คลื่นการจัด** และเรียกการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศว่า **คลื่นความดัน** การเคลื่อนที่ของเสียงในตัวกลางอาจเปรียบเทียบกับเคลื่อนที่ของอนุภาคของขดลวดสปริงที่ถูกดึงและดันตามแนวสปริง ดังรูป 12.3 ง.

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (-)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

6.2 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ เรื่อง เครื่องดนตรี

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างเกี่ยวกับเสียงที่ได้ยินในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนทุกคนทดลองเอามือจับที่ลำคอขณะเปล่งเสียง แล้วสังเกตการสั่นของลำคอ

1.2 ครูถามนักเรียนว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง (นักเรียนควรตอบได้ว่า รู้สึกได้ว่ามีบางอย่างสั่นในลำคอระหว่างเปล่งเสียงออกมา)

1.3 ครูอธิบายตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 3 เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่าเสียงมีความสำคัญต่อมนุษย์มาก

1.4 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับดีดกีตาร์ พร้อมกับถามนักเรียนว่า เสียงที่ได้ยินเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวตอบ เสียงเกิดจากการดีดกีตาร์)

2) เมื่อดีดกีตาร์ทำไมจึงเกิดเสียง และในขณะที่ดีดสายกีตาร์จะมีลักษณะเป็นอย่างไร (แนวการตอบ เมื่อดีดสายกีตาร์จะเกิดการสั่นของสายกีตาร์ ทำให้เกิดเสียง)

3) นักเรียนคิดว่า เมื่อดีดสายกีตาร์ให้สั่น แล้วจับสายกีตาร์ให้หยุดทันที (แนวการตอบ เมื่อจับสายกีตาร์ให้หยุดสั่น เสียงจะเงียบทันที)

4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ (แหล่งกำเนิดเสียง) เสียงเป็นคลื่นกล เสียงที่เราได้ยินทุกวันอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน

5) การสั่นทุกชนิดทำให้เกิดเสียงที่มนุษย์ได้ยินหรือไม่

6) ขณะเกิดคลื่นเสียง อนุภาคของตัวกลางมีการเคลื่อนที่อย่างไร และเคลื่อนที่ไปกับคลื่นหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้า เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง ในหนังสือเรียน หน้า 3 - 8

2.2 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง ลงในใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวการตอบ เกิดจากการสั่นของวัตถุ)

2) คลื่นเสียงเป็นคลื่นชนิดใด (แนวการตอบ คลื่นเสียงเป็นคลื่นกล หรือ คลื่นตามยาว)

3) จงอธิบายความหมายของคลื่นเสียง (แนวการตอบ เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง)

4) นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ก็คลื่น อะไรบ้าง จงอธิบาย (แนวการตอบ 3 คลื่น คือ 1) คลื่นที่ได้ยิน หรือ เสียง (audible waves หรือ sounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ที่อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ อยู่ในช่วง 20 – 20000 เฮิรตซ์ 2) คลื่นใต้เสียง (infrasonic waves หรือ infrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ และ 3) คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves หรือ ultrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์)

5) ขณะเกิดคลื่นเสียง อนุภาคของตัวกลางมีการเคลื่อนที่อย่างไร และเคลื่อนที่ไปกับคลื่นหรือไม่ (แนวการตอบ อนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นเสียง เพราะอนุภาคตัวกลางสั่นกลับไปกลับมา และถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคที่อยู่ติดกันต่อเนื่องกันไป)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนสรุปได้ ดังนี้

คลื่นเสียง (sound wave) เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ แต่การสั่นของวัตถุทุกชนิดไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดเสียง เนื่องจากเมื่อเราพูดถึง “เสียง” เชื่อมโยงกับการได้ยินของมนุษย์ ซึ่งการได้ยินเสียงของมนุษย์ขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน เช่น ความถี่ของคลื่น แอมพลิจูดของคลื่น เป็นต้น วัตถุที่สั่นและมีการถ่ายโอนพลังงานไปยังตัวกลางที่ทำให้หูของมนุษย์ตอบสนองต่อการสั่น เรียกคลื่นที่เกิดจากการสั่นนั้นว่า **เสียง (sound)**

นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ดังนี้

1) คลื่นที่ได้ยิน หรือ เสียง (audible waves หรือ sounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ อยู่ในช่วง 20 – 20000 เฮิรตซ์

2) คลื่นใต้เสียง (infrasonic waves หรือ infrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์

3) คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves หรือ ultrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์

การเคลื่อนที่ของเสียง เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงาน การสั่นไปยังอนุภาคของตัวกลางที่อยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นและถ่ายโอนพลังงานต่อไปยังอนุภาคที่อยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จนถึงหูผู้ฟัง พิจารณาการเคลื่อนที่ของเสียงที่เกิดจากการเคาะส้อมเสียงยาว ขาส้อมเสียงจะสั่นแกว่งออกและหุบเข้า ทำให้ความหนาแน่นของอากาศบริเวณรอบส้อมเสียงเปลี่ยนไป กล่าวคือขณะที่ขาส้อมเสียงแกว่งออก อนุภาคของอากาศที่อยู่ด้านที่คลื่นเสียงผ่านไป จะอยู่ชิดกันมากขึ้น ความดันอากาศจึงสูงกว่าปกติ เรียกว่า **ส่วนอัด (compression)** เมื่อขาส้อมเสียงหุบเข้า อนุภาคของอากาศด้านนั้นจะอยู่ห่างกันมาก ความดันอากาศจึงต่ำกว่าปกติ เรียกว่า **ส่วนขยาย (rarefaction)** ทำให้อากาศถูกอัดและขยายอย่างต่อเนื่อง ตามการสั่นของส้อมเสียง เกิดเป็นคลื่นเสียงเคลื่อนที่แผ่ออกไป

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

4.1 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ การกระจายตัวของอนุภาคอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านไป ณ เวลาหนึ่งเปรียบเทียบกับคลื่นตามยาวในสปริง ในหนังสือเรียน หน้า 6 - 8

4.2 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 คลิปวิดีโอ เพลง ตราบธูรีดิน-PMC Fingerstyle Guitar Cover by ToeyGuitar (TAB)

- <https://www.youtube.com/watch?v=GnTnOhdQkig>

8.2 ใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง

8.3 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.4 ห้องสมุด

8.5 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง 2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดันขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดีผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดีผ่านเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดและตอบคำถามถูกต้องทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดและตอบคำถามได้ถูกต้อง ร้อยละ 60 ของคำถามทั้งหมดขึ้นไป
	1	ทำแบบฝึกหัดและตอบคำถามได้ถูกต้อง ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของคำถามทั้งหมด
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาร)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ _____

ชั้น _____

เลขที่ _____

ใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง

1. สรุปสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

2. ตรวจสอบความเข้าใจ (การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง)

2.1 เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ _____

2.2 คลื่นเสียงเป็นคลื่นชนิดใด

ตอบ _____

2.3 จงอธิบายความหมายของคลื่นเสียง

ตอบ _____

2.4 นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ที่คลื่น

อะไรบ้าง จงอธิบาย

ตอบ _____

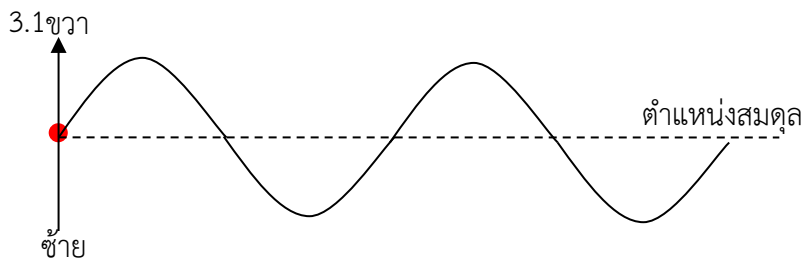
2.5 ขณะเกิดคลื่นเสียง อนุภาคของตัวกลางมีการเคลื่อนที่อย่างไร และเคลื่อนที่ไปกับคลื่นหรือไม่

ตอบ _____

3. จากกราฟระหว่างการกระจัดของอนุภาคอากาศหนึ่ง (แทนด้วยจุดสีแดง) กับเวลา ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

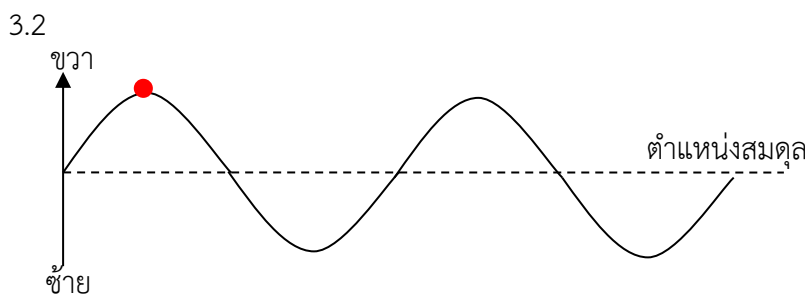


อัด	ขยาย	อัด	ขยาย



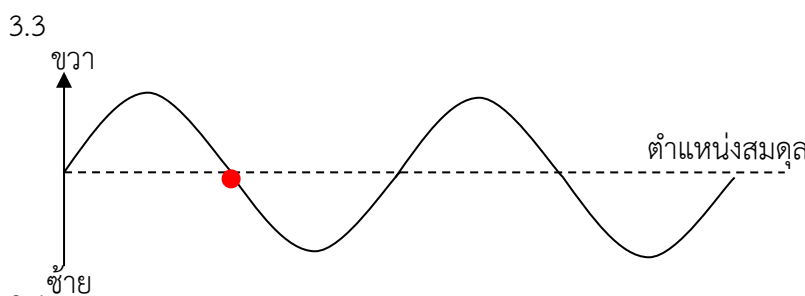
ที่เวลา $t = 0$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า _____
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง _____



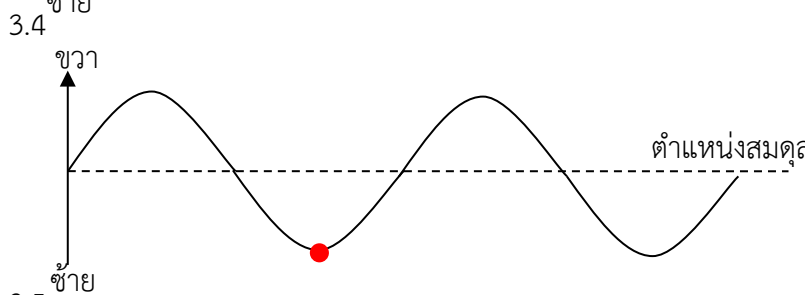
ที่เวลา $t = T/4$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า _____
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง _____



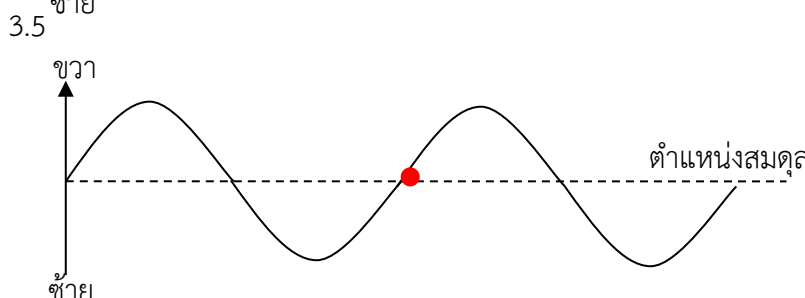
ที่เวลา $t = T/2$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า _____
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง _____



ที่เวลา $t = 3T/4$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า _____
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง _____



ที่เวลา $t = T$

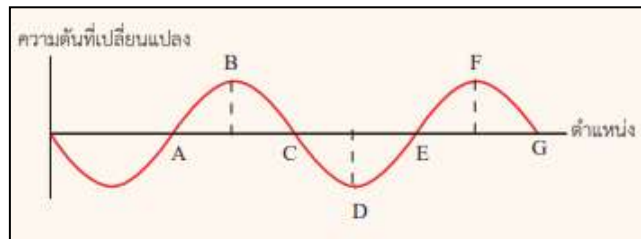
- การกระจัดของอนุภาค มีค่า _____
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง _____

3.6 การเคลื่อนที่ของอนุภาคอากาศมีลักษณะอย่างไร

ตอบ _____

4. ตรวจสอบความเข้าใจ (ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับความดันขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน)

4.1 กราฟระหว่างความดันอากาศที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของอนุภาคของอากาศกับตำแหน่งตามแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงเป็นดังรูป



1) ตำแหน่งใดบ้าง ที่ขนาดการกระจัดของอนุภาคของอากาศมีค่ามากที่สุด

ตอบ _____

2) ตำแหน่งใดบ้าง ที่เป็นตำแหน่งกึ่งกลางส่วนอัดของอนุภาคของอากาศ

ตอบ _____

3) ตำแหน่งใดบ้าง ที่เป็นตำแหน่งกึ่งกลางส่วนขยายของอนุภาคของอากาศ

ตอบ _____

4.2 ขณะเกิดคลื่นเสียงในอากาศ การกระจัดของอนุภาคและความดันของอากาศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ _____

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง**1. สรุปสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า**

คลื่นเสียง (sound wave) เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ดังนี้ 1) คลื่นที่ได้ยิน หรือ เสียง (audible waves หรือ sounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ที่อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ อยู่ในช่วง 20 – 20000 เฮิรตซ์ 2) คลื่นใต้เสียง (infrasonic waves หรือ infrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ 3) คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves หรือ ultrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์ การเคลื่อนที่ของเสียงเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานการสั่นไปยังอนุภาคของตัวกลางที่อยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นและถ่ายโอนพลังงานต่อไปยังอนุภาคที่อยู่ถัดกันไปเรื่อยๆ จนถึงหูผู้ฟัง

2. ตรวจสอบความเข้าใจ (การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง)**2.1 เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร**ตอบ เกิดจากการสั่นของวัตถุ**2.2 คลื่นเสียงเป็นคลื่นชนิดใด**ตอบ คลื่นเสียงเป็นคลื่นกล หรือ คลื่นตามยาว**2.3 จงอธิบายความหมายของคลื่นเสียง**ตอบ เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง**2.4 นักฟิสิกส์ได้จำแนกชนิดของคลื่นเสียงตามความถี่ของคลื่นและความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ ก็คลื่น**

อะไรบ้าง จงอธิบาย

ตอบ 3 คลื่น คือ 1) คลื่นที่ได้ยิน หรือ เสียง (audible waves หรือ sounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ที่อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ อยู่ในช่วง 20 – 20000 เฮิรตซ์ 2) คลื่นใต้เสียง (infrasonic waves หรือ infrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ และ 3) คลื่นเหนือเสียง (ultrasonic waves หรือ ultrasounds) เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงที่มนุษย์ได้ยิน คือ สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์

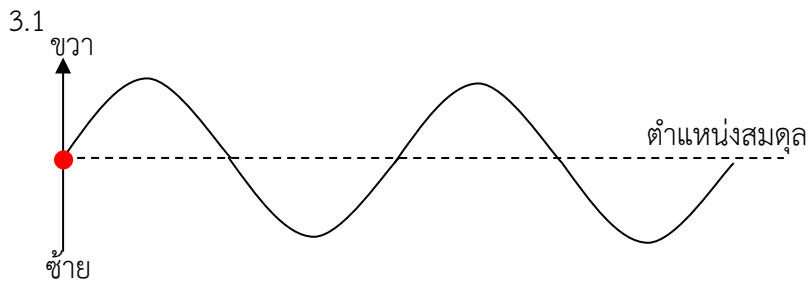
2.5 ขณะเกิดคลื่นเสียง อนุภาคของตัวกลางมีการเคลื่อนที่อย่างไร และเคลื่อนที่ไปกับคลื่นหรือไม่

ตอบ อนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นเสียง เพราะอนุภาคตัวกลางสั่นกลับไปกลับมา และถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคที่อยู่ติดกันต่อเนื่องกันไป

3. จากกราฟระหว่างการกระจัดของอนุภาคอากาศหนึ่ง (แทนด้วยจุดสีแดง) กับเวลา ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

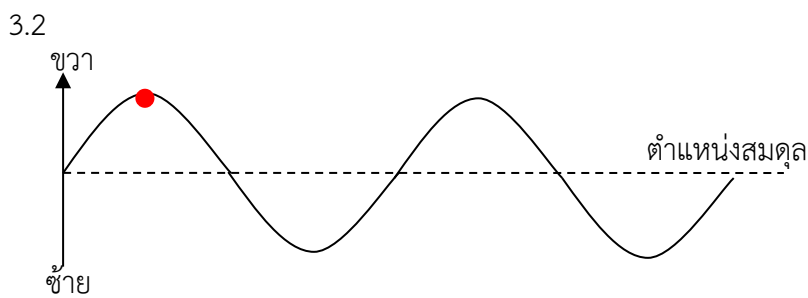


อัด	ขยาย	อัด	ขยาย



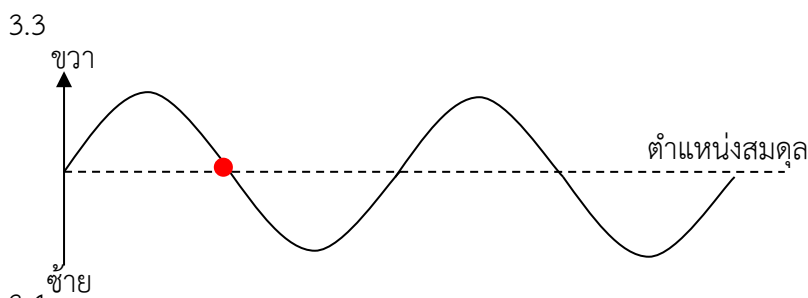
ที่เวลา $t = 0$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า 0
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง สมดุล



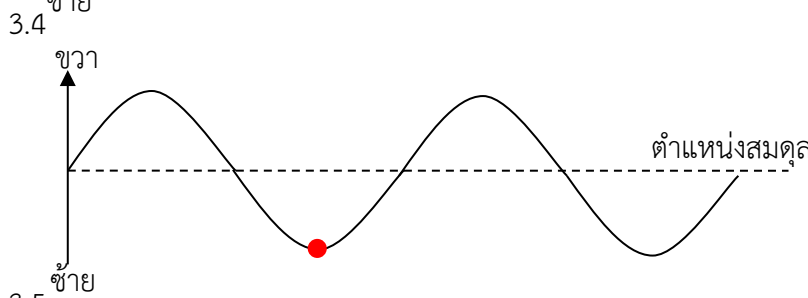
ที่เวลา $t = T/4$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า มากที่สุดไปทางขวา (เป็นบวก)
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง สั่นขึ้น



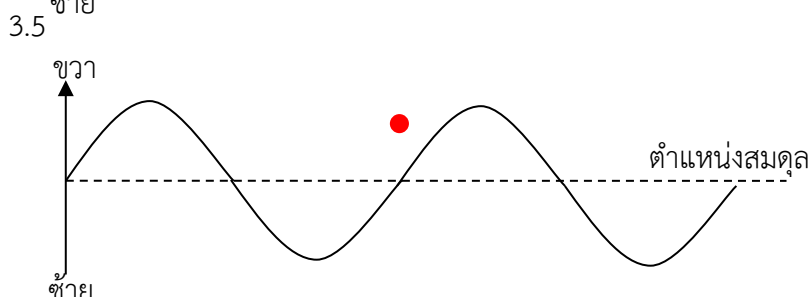
ที่เวลา $t = T/2$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า 0
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง สมดุล



ที่เวลา $t = 3T/4$

- การกระจัดของอนุภาค มีค่า มากที่สุดไปทางซ้าย (เป็นลบ)
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง ท้องคลื่น



ที่เวลา $t = T$

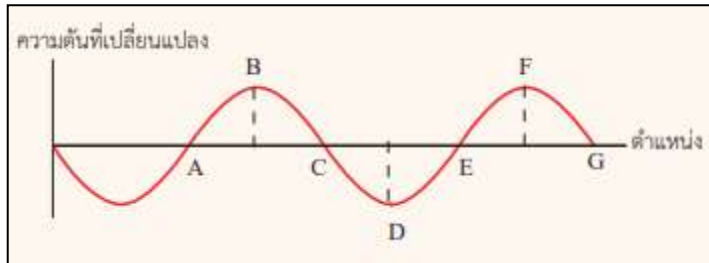
- การกระจัดของอนุภาค มีค่า 0
- อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง สมดุล

3.6 การเคลื่อนที่ของอนุภาคอากาศมีลักษณะอย่างไร

ตอบ อนุภาคของอากาศจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง โดยไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นเสียง

4. ตรวจสอบความเข้าใจ (ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับความดันขณะคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน)

4.1 กราฟระหว่างความดันอากาศที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของอนุภาคของอากาศกับตำแหน่งตามแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงเป็นดังรูป



1) ตำแหน่งใดบ้าง ที่ขนาดการกระจัดของอนุภาคของอากาศมีค่ามากที่สุด

ตอบ ตำแหน่งที่ความดันอากาศเท่ากับความดันปกติ การกระจัดของโมเลกุลของอากาศ จะห่างจากตำแหน่งเดิมมากที่สุด คือ A, C, E, G

2) ตำแหน่งใดบ้าง ที่เป็นตำแหน่งกึ่งกลางส่วนอัดของอนุภาคของอากาศ

ตอบ ตำแหน่งกึ่งกลางส่วนอัด จะมีความดันสูงกว่าความดันปกติมากที่สุด คือ B, F

3) ตำแหน่งใดบ้าง ที่เป็นตำแหน่งกึ่งกลางส่วนขยายของอนุภาคของอากาศ

ตอบ ตำแหน่งกึ่งกลางส่วนขยาย จะมีความดันต่ำกว่าความดันปกติมากที่สุด คือ D

4.2 ขณะเกิดคลื่นเสียงในอากาศ การกระจัดของอนุภาคและความดันของอากาศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ ขณะเกิดคลื่นเสียงในอากาศ อนุภาคอากาศมีการสั่นกลับไปกลับมารอบตำแหน่งสมดุลในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ แต่ไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น ทำให้การกระจัดของอนุภาคและความดันของอากาศ (หรือตัวกลาง) ที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านมีการเปลี่ยนแปลง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง อัตราเร็วเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

คลื่นเสียง (sound wave) เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปก็จะเกิดการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานการสั่นไปยังอนุภาคของตัวกลางที่อยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นและถ่ายโอนพลังงานต่อไปยังอนุภาคที่อยู่ถัดกันไปเรื่อยๆ จนถึงหูผู้ฟัง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเสียง (Sound propagation)

คลื่นเสียงในอากาศ เมื่อตัวก่อเกิดเสียงมีการสั่น โมเลกุลของอากาศจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานของการสั่นให้กับโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ โดยการชน

กรณีการเคลื่อนที่ของเสียงในอากาศ พบว่าทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงกับทิศการสั่นของอนุภาคของอากาศอยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้น เสียงจึงเป็นคลื่นเสียงตามยาว

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง อัตราเร็วเสียงจึงสัมพันธ์กับความยาวคลื่น λ และความถี่ของคลื่นเสียง f เช่นเดียวกับคลื่นต่อเนื่อง ดังสมการ

$$v = f\lambda$$

นอกจากนี้อัตราเร็วเสียงยังขึ้นอยู่กับสมบัติของตัวกลางนั้นๆ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและความหนาแน่นของตัวกลาง หรือกล่าวได้ว่า อัตราเร็วเสียงในตัวกลางแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน โดยทั่วไปอัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่เป็นของแข็งมีค่ามากกว่าในของเหลว และอัตราเร็วเสียงในของเหลวมากกว่าในแก๊ส เนื่องจากอนุภาคในของแข็งอยู่ชิดกันมากกว่าในของเหลวและแก๊ส การถ่ายโอนพลังงานระหว่างอนุภาคจึงเกิดได้เร็วกว่า ดังตาราง 12.1

ตาราง 12.1 อัตราเร็วเสียงในตัวกลางชนิดต่างๆ

ตัวกลาง		อัตราเร็วเสียง (เมตรต่อวินาที)
แก๊ส	อากาศ (0 °C)	331
	อากาศ (20 °C)	343
	คาร์บอนไดออกไซด์ (0 °C)	259
	ออกซิเจน (0 °C)	316
	ฮีเลียม 0 °C)	965
ของเหลว	คลอโรฟอร์ม (20 °C)	1004
	เอทิลแอลกอฮอล์ (20 °C)	1162
	ปรอท (20 °C)	1450
	น้ำกลั่น (20 °C)	1482
	น้ำทะเล (20 °C)	1552
ของแข็ง	อะลูมิเนียม (20 °C)	6420
	เหล็ก (20 °C)	5941
	แกรนิต (20 °C)	6000

เนื่องจากทั้งสมบัติความยืดหยุ่นและความหนาแน่นของตัวกลางต่างกันขึ้นกับอุณหภูมิ ดังนั้น อัตราเร็วเสียงในตัวกลางแต่ละชนิดจึงขึ้นกับอุณหภูมิ เมื่อพิจารณาคลื่นเสียงในอากาศ พบว่า อัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าขึ้นกับอุณหภูมิ (ในหน่วยองศาเซลเซียส) ดังสมการ

$$v = 331 + 0.6T_c$$

ให้ v เป็นอัตราเร็วเสียงในอากาศที่มีอุณหภูมิ T_c มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

T_c เป็นอุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

หมายเหตุ สมการนี้ใช้ได้กรณีที่อุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วง -50 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิอยู่นอกช่วงนี้จะทำให้ค่าที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูตั้งคำถามว่า “คนในสมัยก่อน เวลาออกไปหาของป่า จะใช้วิธีใดเพื่อให้ตนเองรู้ว่ามียีสต์ กำลังเคลื่อนที่อยู่ (แนวการตอบ ใช้หูแนบกับพื้นดิน)”

1.2 ครูนำเสนอสนทนาร่วมกันกับนักเรียนเกี่ยวกับว่า “คนสมัยก่อน ถ้าเราต้องการจะทราบว่ามียีสต์ เคลื่อนที่มาหรือไม่ เราควรทำอย่างไร” (แนวการตอบ ใช้หูแนบกับรางรถไฟ)

1.3 ครูนำอภิปรายว่า “โมเลกุลของตัวกลางต่างๆ เช่น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จะมีระยะห่างระหว่างโมเลกุลชิดกันหรือห่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ขึ้นอยู่กับชนิด เช่น ถ้าเป็นของแข็ง โมเลกุลจะอยู่ชิดกันมาก ของเหลวโมเลกุลจะอยู่ชิดกันไม่มาก และถ้าเป็นแก๊สโมเลกุลจะอยู่แบบหลวมๆ)”

1.4 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) ครูตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปรายว่า การถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางในแต่ละสถานะ จะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด และหาคำตอบ) พร้อมทั้งแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในเรื่องนี้เราจะได้ศึกษา ในเรื่องของอัตราเร็วของเสียง

2) เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วเสียงในตัวกลางทำให้เกิดการเปลี่ยนความยาวคลื่นหรือความถี่ อย่างไร

3) ความสัมพันธ์ $v = f\lambda$ ได้อย่างไร (นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้า เรื่อง อัตราเร็วเสียง ในหนังสือเรียน หน้า 9 - 10

2.2 นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง ลงในใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอผลการสืบค้นของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางในแต่ละสถานะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน (แนวการตอบ แตกต่างกัน)

2) เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางชนิดใดได้ดีที่สุด ระหว่างของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (แนวการตอบ เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งได้ดีที่สุด รองลงมาคือของเหลว และแก๊สตามลำดับ)

3) เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วเสียงในตัวกลางทำให้เกิดการเปลี่ยนความยาวคลื่นหรือความถี่ อย่างไร (แนวการตอบ เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน อัตราเร็วเสียงจะมีการเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่ยังมีค่าเท่าเดิม ทำให้ความยาวคลื่นเปลี่ยน เช่น เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางสูงขึ้น อัตราเร็วเสียงจะเพิ่มขึ้น โดยความถี่ยังมีค่าเท่าเดิม ทำให้ความยาวคลื่นมีค่ามากขึ้น)

4) นอกจากอัตราเร็วของเสียงจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางแล้ว อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะขึ้นอยู่กับอะไร (แนวการตอบ อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ในหน่วยองศาเซลเซียส)

5) จงบอกสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความยาวคลื่น (แนวการตอบ $v = f\lambda$)

6) อัตราเร็วของเสียงในอากาศมีค่าขึ้นกับอุณหภูมิ โดยสามารถหาความเร็วของเสียงได้จากสมการใด ในกรณีที่อุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วง -50 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส (แนวการตอบ $v = v_0 + 0.6T_c$ หรือ $v = 331 + 0.6T_c$)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนสรุปได้ ดังนี้

เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งได้ดีที่สุด รองลงมาคือของเหลว และแก๊สตามลำดับ เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน อัตราเร็วเสียงจะมีการเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่ยังมีค่าเท่าเดิม ทำให้ความยาวคลื่นเปลี่ยน เช่น เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางสูงขึ้น อัตราเร็วเสียงจะเพิ่มขึ้น โดยความถี่ยังมีค่าเท่าเดิม ทำให้ความยาวคลื่นมีค่ามากขึ้น นอกจากอัตราเร็วของเสียงจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางแล้ว อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ในหน่วยองศาเซลเซียส

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ อัตราเร็วของเสียง คือ ระยะทางที่เสียงเดินทางไปในตัวกลางใดๆ ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไปเสียงเดินทางในอากาศที่มีอุณหภูมิ 25°C ได้ประมาณ 346 เมตร/วินาที และในอากาศที่อุณหภูมิ 20°C ได้ประมาณ 343 เมตร/วินาที อัตราเร็วที่เสียงเดินทางได้นั้นอาจมีค่ามากขึ้นหรือน้อยลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลางเป็นหลัก และอาจได้รับอิทธิพลจากความชื้นบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ขึ้นกับความดันอากาศ เนื่องจากการเดินทางของเสียงอาศัยการสั่นของโมเลกุลของตัวกลาง ดังนั้นเสียงจะเดินทางได้เร็วขึ้นหากตัวกลางมีความหนาแน่นมาก ทำให้เสียงเดินทางได้เร็วในของแข็ง แต่เดินทางไม่ได้ในอวกาศ เพราะอวกาศเป็นสุญญากาศจึงไม่มีโมเลกุลของตัวกลางอยู่

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติม

- คลื่นเสียงและคลื่นน้ำมีคุณสมบัติเหมือนกัน คือ เมื่อคลื่นที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากันหรืออุณหภูมิไม่เท่ากัน จะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป แต่ความถี่ของคลื่นเสียงและคลื่นน้ำจะคงตัว

- เสียงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางใดๆ เสียงมีอัตราเร็วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและอุณหภูมิของตัวกลาง)

4.3 ครูอธิบายตัวอย่างโจทย์ปัญหา ในหนังสือเรียน หน้า 11

4.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางสถานะต่าง ๆ และอัตราเร็วเสียงในอากาศ

4.5 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง	1) ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดีผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณค่าอัตราเร็วของเสียงในอากาศกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง	1) ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดีผ่านเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง	1) ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 4-5 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1-3 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้				

		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)	รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 2 เรื่อง อัตราเร็วเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 2 เรื่อง อัตราเร็วเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามัก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง

1. จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1.1 เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางในแต่ละสถานะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

ตอบ _____

1.2 เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางชนิดใดได้ดีที่สุด ระหว่างของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ตอบ _____

1.3 เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วเสียงในตัวกลางทำให้เกิดการเปลี่ยนความยาวคลื่นหรือความถี่ อย่างไร

ตอบ _____

1.4 นอกจากอัตราเร็วของเสียงจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางแล้ว อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ _____

1.5 จงบอกสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความยาวคลื่น

ตอบ _____

1.6 อัตราเร็วของเสียงในอากาศมีค่าขึ้นกับอุณหภูมิ โดยสามารถหาความเร็วของเสียงได้จากสมการใด ในกรณีที่อุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วง -50 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส

ตอบ _____

2. จงแสดงวิธีการหาคำตอบให้ถูกต้อง

2.1 เสียงความถี่ 1000 เฮิรตซ์และความยาวคลื่น 1.5 เมตร เคลื่อนที่ผ่านน้ำ อัตราเร็วเสียงในน้ำ มีค่าเท่าใด

วิธีทำ _____

ตอบ _____

2.2 ถ้าอุณหภูมิของอากาศ 30 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่าใด

วิธีทำ _____

ตอบ _____

2.3 ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 347.2 เมตรต่อวินาทีอุณหภูมิของอากาศขณะนั้นมีค่าเท่าใด

วิธีทำ _____

ตอบ _____

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วเสียง

1. จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1.1 เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางในแต่ละสถานะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

ตอบ แตกต่างกัน

1.2 เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางชนิดใดได้ดีที่สุด ระหว่างของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ตอบ เสียงจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งได้ดีที่สุด รองลงมาคือของเหลว และแก๊สตามลำดับ

1.3 เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วเสียงในตัวกลางทำให้เกิดการเปลี่ยนความยาวคลื่นหรือความถี่ อย่างไร

ตอบ เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางเปลี่ยน อัตราเร็วเสียงจะมีการเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่ยังมีค่าเท่าเดิม ทำให้ความยาวคลื่นเปลี่ยน เช่น เมื่ออุณหภูมิในตัวกลางสูงขึ้น อัตราเร็วเสียงจะเพิ่มขึ้น โดยความถี่ยังมีค่าเท่าเดิม ทำให้ความยาวคลื่นมีค่ามากขึ้น

1.4 นอกจากอัตราเร็วของเสียงจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางแล้ว อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ในหน่วยองศาเซลเซียส

1.5 จงบอกสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความยาวคลื่น

ตอบ $v = f\lambda$

1.6 อัตราเร็วของเสียงในอากาศมีค่าขึ้นกับอุณหภูมิ โดยสามารถหาความเร็วของเสียงได้จากสมการใด ในกรณีที่อุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วง -50 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส

ตอบ $v = v_0 + 0.6T_c$ หรือ $v = 331 + 0.6T_c$

2. จงแสดงวิธีการหาคำตอบให้ถูกต้อง

2.1 เสียงความถี่ 1000 เฮิรตซ์และความยาวคลื่น 1.5 เมตร เคลื่อนที่ผ่านน้ำ อัตราเร็วเสียงในน้ำ มีค่าเท่าใด

วิธีทำ หา v จากสูตร $v = f\lambda$

แทนค่า $v = 1000(1.5) = 1500 \text{ m/s}$

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในน้ำเท่ากับ 1500 เมตรต่อวินาที

2.2 ถ้าอุณหภูมิของอากาศ 30 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่าใด

วิธีทำ หา v จากสูตร $v = 331 + 0.6T_c$

แทนค่า $v = 331 + 0.6(30) = 331 + 18 = 349 \text{ m/s}$

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 349 เมตรต่อวินาที

2.3 ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 347.2 เมตรต่อวินาทีที่อุณหภูมิของอากาศขณะนั้นมีค่าเท่าใด

วิธีทำ หา T_c จากสูตร $v = 331 + 0.6T_c$

แทนค่า $347.2 = 331 + 0.6(T_c)$

$T_c = \frac{347.2 - 331}{0.6} = \frac{16.2}{0.6} = 27^\circ\text{C}$

ตอบ อุณหภูมิของอากาศขณะนั้นมีค่าเท่ากับ 27 องศาเซลเซียส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การสะท้อนของเสียง และการหักเหของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายชนะพล กฤษณานนท์

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการสะท้อนของเสียงได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนดได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

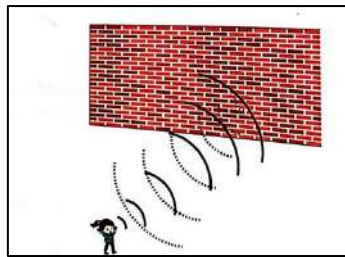
4. สาระสำคัญ

คลื่นเสียงแสดงพฤติกรรม 4 อย่าง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวเองเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้ง ได้เสียงสะท้อนนี้เรียกว่า เสียงสะท้อนกลับ (echo) แต่หากมีเวลาต่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงที่ได้ยิน เรียกว่า การก้องกังวาน (reverberation) เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางหรือผ่านช่องแคบจะเกิดการเลี้ยวเบน และเมื่อคลื่นเสียงสองคลื่นมาพบกันจะเกิดการแทรกสอด

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การสะท้อนของเสียง เมื่อส่งเสียงตะโกนออกไปแล้วได้ยินเสียงที่ตัวเองตะโกนออกไปกลับเข้ามาที่หูอีกครั้งหนึ่ง เสียงที่ได้ยินครั้งหลังนี้เกิดจากการสะท้อนของเสียงที่ส่งออกไปครั้งแรกกับพื้นผิวขนาดใหญ่ เช่น ผนังตึก หรือหน้าผา โดยทั่วไปเสียงที่ผ่านไปยังสมองยังคงค้างอยู่นาน 0.1 วินาที ถ้าเสียงที่เปล่งออกไปนั้นเกิดการสะท้อนกลับมาให้ได้ยินในช่วงเวลาที่มากกว่า 0.1 วินาที เราจะสามารถแยกเสียงสะท้อนกับเสียงที่เปล่งออกไปได้ เรียกเสียงสะท้อนในกรณีนี้ว่า **เสียงสะท้อนกลับ (echo)** ดังรูป



แต่ถ้าส่งเสียงในห้องที่แคบ เช่น ในห้องน้ำ เสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นจะกลับเข้ามาที่หูในช่วงเวลาที่สั้นกว่า 0.1 วินาที ซึ่งหูไม่สามารถแยกเสียงที่เปล่งออกไปกับเสียงที่สะท้อนกลับมาออกจากกันได้ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การก้องวาน (reverberation)**

การสะท้อนของเสียงขึ้นอยู่กับลักษณะผิวที่สะท้อน โดยพื้นผิวแข็งจะสะท้อนเสียงได้ดีกว่าผิวอ่อนนุ่ม เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น การสะท้อนของเสียงจะเกิดได้ดีเมื่อความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าขนาดวัตถุที่คลื่นตกกระทบ เช่น ค้างคาวส่งคลื่นเหนือเสียงซึ่งความถี่สูงหรือมีความยาวคลื่นสั้นไปกระทบเหยื่อที่มีขนาดเล็ก แต่ใหญ่กว่าความยาวคลื่นที่ค้างคาวส่งไป ทำให้ค้างคาวรู้ตำแหน่งของเหยื่อได้

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง และอัตราเร็วเสียง
- 1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- 1) เสียงสามารถจะแสดงพฤติกรรมของคลื่นได้หรือไม่ (แนวการตอบ ได้/ไม่ได้)
- 2) นักเรียนคิดว่าเสียงเป็นคลื่นที่มีพฤติกรรมก้อย่าง อะไรบ้าง
- 3) การสะท้อนของเสียง คืออะไร
- 4) นักเรียนคิดว่า เสียงสะท้อนกับเสียงกังวาน เป็นอย่างไร
- 5) นักเรียนคิดว่า เสียงสะท้อนกับเสียงกังวาน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- 6) นักเรียนคิดว่าในโรงภาพยนตร์หรือห้องประชุมขนาดใหญ่ มีการเกิดเสียงสะท้อนหรือไม่เพราะเหตุใด
- 7) เสียงสะท้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 8) เสียงกังวานเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 9) เมื่อเสียงไปตกกระทบกับผิวของวัตถุลักษณะใด จะสะท้อนเสียงได้ดี

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้า เรื่อง การสะท้อนของเสียง ในหนังสือเรียน หน้า 12 - 14
- 2.2 นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง ลงในใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอผลการสืบค้นของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน (<https://random.thaiware.com/>) หรือ โปรแกรม Super Soomm And Goomm

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- 1) เสียงเป็นคลื่นที่มีพฤติกรรมก้อย่าง อะไรบ้าง (แนวการตอบ เสียงเป็นคลื่นที่มีพฤติกรรม 4 อย่าง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน)
- 2) การสะท้อนของเสียง คืออะไร (แนวการ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปตกกระทบสิ่งกีดขวางหรือตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างจากตัวกลางเดิมแล้วเกิดการสะท้อนเข้าสู่ตัวกลางเดิม การสะท้อนจะเกิดได้ดีถ้าความยาวคลื่นของเสียงน้อยกว่าสิ่งกีดขวาง)
- 3) นักเรียนคิดว่า เสียงสะท้อนกับเสียงกังวาน เป็นอย่างไร (แนวการตอบ เมื่อได้ยินเสียงเสมือนเป็น 2 เสียง คือ เสียงจากแหล่งจริง และหลังจากนั้น เล็กน้อยก็จะได้ยินเสียงที่สะท้อนจากผนัง เราเรียกเสียงสะท้อนในกรณีนี้ว่า เสียงสะท้อน (echo) แต่เมื่อได้ยินเสียงจากแหล่งจริงและเสียงสะท้อนต่อเนื่อง เหมือนเป็นเสียงเดียวกัน เสียงที่สะท้อนในกรณีหลังนี้เราเรียกว่า เสียงกังวาน (reverberation))
- 4) นักเรียนคิดว่า เสียงสะท้อนกับเสียงกังวาน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ เสียงสะท้อนกับเสียงกังวานเหมือนกันที่ เป็นการสะท้อนของเสียงเมื่อไปกระทบกับวัตถุ แต่ต่างกันที่ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับวัตถุที่เสียงไปกระทบ หากวัตถุอยู่ใกล้จะได้ยินเสียงกังวาน หากวัตถุอยู่ไกลจะได้ยินเสียงสะท้อน)
- 5) นักเรียนคิดว่าในโรงภาพยนตร์หรือห้องประชุมขนาดใหญ่ มีการเกิดเสียงสะท้อนหรือไม่เพราะเหตุใด (แนวการตอบ มีการเกิดเสียงสะท้อนขึ้นเพราะว่าในโรงภาพยนตร์หรือหอประชุมขนาดใหญ่ จะมีการใช้เสียงที่ต้องไปกระทบกับวัตถุซึ่งเป็นผนังทั้ง 4 ด้าน ดังนั้นจึงต้องเกิดการสะท้อนของเสียง)

6) เสียงสะท้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวการตอบ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้งได้)

7) เสียงก้องเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวการตอบ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วสะท้อนกลับในเวลาที้น้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงที่ได้ยิน)

8) เมื่อเสียงไปตกกระทบกับผิวของวัตถุลักษณะใด จะสะท้อนเสียงได้ดี (แนวการตอบ การสะท้อนของเสียงขึ้นอยู่กับลักษณะผิวที่สะท้อน โดยพื้นผิวแข็งจะสะท้อนเสียงได้ดีกว่าผิวอ่อนนุ่ม)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนสรุปได้ ดังนี้

เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงสะท้อนนี้เรียกว่า **เสียงสะท้อนกลับ (echo)** แต่หากมีเวลาต่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงที่ได้ยิน เรียกว่า **การก้อง (reverberation)**

การสะท้อนของเสียงขึ้นอยู่กับลักษณะผิวที่สะท้อน โดยพื้นผิวแข็งจะสะท้อนเสียงได้ดีกว่าผิวอ่อนนุ่ม เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น การสะท้อนของเสียงจะเกิดได้ดีเมื่อความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าขนาดวัตถุที่คลื่นตกกระทบ

ขั้นที่ 4 ขันขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ การสะท้อนของเสียงอีกครั้ง

- การได้ยินเสียงที่เราตะโกนออกไปแล้วได้ยินอีกครั้งหนึ่งหรือหลาย ๆ ครั้ง เกิดจากเสียงที่เราตะโกนไปกระทบวัตถุเช่น ผนังห้อง เพดาน แล้วเกิดการสะท้อนของเสียงกลับมาที่หูเรา
- ปกติหูคนจะแยกเสียงที่สะท้อนกับเสียงที่สะท้อนได้เมื่อได้ยินเสียงสะท้อนกับเสียงสะท้อนห่างกันเท่ากับหรือมากกว่า 0.1 วินาทีโดยเรียกเสียงสะท้อนที่ได้ยินนี้ว่า เสียงสะท้อนกลับ
- เมื่อได้ยินเสียงสะท้อนกับเสียงสะท้อนห่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาทีเราจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองออกจากกันได้แต่ได้ยินเสียงมีลักษณะต่างออกไป โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การก้อง

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ขนาดของห้องที่ทำให้ไม่ได้ยินเสียงสะท้อนกลับ และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการได้ยินเสียงสะท้อนกลับ

ขนาดความกว้างและความยาวของห้องที่ทำให้ไม่ได้ยินเสียงสะท้อนกลับ อย่างมากประมาณ 17.3 เมตร $[(346 \text{ m/s}) (0.05 \text{ s}) = 17.3 \text{ m}]$ (โดยผู้ฟังยืนชิดผนังห้องด้านหนึ่ง) แต่เมื่อความกว้างหรือความยาวของห้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 17.3 เมตร ผู้ฟังจะสามารถแยกแยะระหว่างเสียงสะท้อนและเสียงสะท้อนได้จึงได้ยินเสียงสะท้อนกลับ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการได้ยินเสียงสะท้อนกลับ เช่น ผิวของวัสดุที่สะท้อนเสียง โดยพื้นผิวแข็งจะสะท้อนเสียงได้ดีกว่าผิวอ่อนนุ่ม ความดังของเสียงจะต้องมากพอที่จะได้ยินเสียงที่สะท้อนกลับ

4.3 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ การหักเหของเสียง ตามหนังสือเรียน หน้า 15

4.4 ครูอธิบายตัวอย่างโจทย์ปัญหา ในหนังสือเรียน หน้า 13 – 14

4.5 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 20 ข้อ 4. – 6.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการสะท้อนของเสียงได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนดได้	1) ตรวจแบบฝึกหัด	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 20 ข้อ 4. – 6.	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง 2) ตรวจแบบฝึกหัด	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 4-5 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1-3 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้านกระบวนการ (P)	ด้านคุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
33						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 3 เรื่อง การสะท้อนของเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 3 เรื่อง การสะท้อนของเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง

1. จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1.1 เสียงเป็นคลื่นที่มีพฤติกรรมอย่างไร อะไรบ้าง

ตอบ _____

1.2 การสะท้อนของเสียง คืออะไร

ตอบ _____

1.3 เสียงสะท้อนกับเสียงก้องวาน เป็นอย่างไร

ตอบ _____

1.4 เสียงสะท้อนกับเสียงก้องวาน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ _____

1.5 เสียงสะท้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ _____

1.6 เสียงก้องวานเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ _____

1.7 นักเรียนคิดว่าในโรงภาพยนตร์หรือห้องประชุมขนาดใหญ่ มีการเกิดเสียงสะท้อนหรือไม่เพราะเหตุใด

ตอบ _____

1.8 เมื่อเสียงไปตกกระทบกับผิวของวัตถุลักษณะใด จะสะท้อนเสียงได้ดี

ตอบ _____

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของเสียง**1. จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์**

1.1 เสียงเป็นคลื่นที่มีพฤติกรรมอย่างไรบ้าง

ตอบ เสียงเป็นคลื่นที่มีพฤติกรรม 4 อย่าง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

1.2 การสะท้อนของเสียง คืออะไร

ตอบ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปตกกระทบสิ่งกีดขวางหรือตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างจากตัวกลางเดิมแล้วเกิดการสะท้อนเข้าสู่ตัวกลางเดิม การสะท้อนจะเกิดได้ดีถ้าความยาวคลื่นของเสียงน้อยกว่าสิ่งกีดขวาง

1.3 เสียงสะท้อนกับเสียงก้องวาน เป็นอย่างไร

ตอบ เมื่อได้ยินเสียงเสมือนเป็น 2 เสียง คือ เสียงจากแหล่งจริง และหลังจากนั้นเล็กน้อยก็จะได้ยินเสียงที่สะท้อนจากผนัง เราเรียกเสียงสะท้อนในกรณีนี้ว่า เสียงสะท้อน (echo) แต่เมื่อได้ยินเสียงจากแหล่งจริงและเสียงสะท้อนต่อเนื่อง เหมือนเป็นเสียงเดียวกัน เสียงที่สะท้อนในกรณีหลังนี้เราเรียกว่า เสียงก้องวาน (reverberation)

1.4 เสียงสะท้อนกับเสียงก้องวาน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ เสียงสะท้อนกับเสียงก้องวานเหมือนกันที่ เป็นการสะท้อนของเสียงเมื่อไปกระทบกับวัตถุ แต่วัตถุที่ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับวัตถุที่เสียงไปกระทบ หากวัตถุอยู่ใกล้จะได้ยินเสียงก้องวาน หากวัตถุอยู่ไกลจะได้ยินเสียงสะท้อน

1.5 เสียงสะท้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้งได้

1.6 เสียงก้องวานเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วสะท้อนกลับในเวลาที้น้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงที่ได้

1.7 นักเรียนคิดว่าในโรงภาพยนตร์หรือห้องประชุมขนาดใหญ่ มีการเกิดเสียงสะท้อนหรือไม่เพราะเหตุใด

ตอบ มีการเกิดเสียงสะท้อนขึ้นเพราะว่าในโรงภาพยนตร์หรือหอประชุมขนาดใหญ่ จะมีการใช้เสียงที่ต้องไปกระทบกับวัตถุซึ่งเป็นผนังทั้ง 4 ด้าน ดังนั้นจึงต้องเกิดการสะท้อนของเสียง

1.8 เมื่อเสียงไปตกกระทบกับผิวของวัตถุลักษณะใด จะสะท้อนเสียงได้ดี

ตอบ การสะท้อนของเสียงขึ้นอยู่กับลักษณะผิวที่สะท้อน โดยพื้นผิวแข็งจะสะท้อนเสียงได้ดีกว่าผิวอ่อนนุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยของศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการเลี้ยวเบนของเสียงได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองหาความสัมพันธ์ของการเลี้ยวเบนของเสียงกับตำแหน่งได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

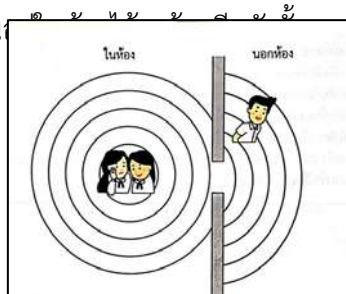
4. สาระสำคัญ

คลื่นเสียงแสดงพฤติกรรม 4 อย่าง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวเองเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้ง ได้เสียงสะท้อนนี้เรียกว่า เสียงสะท้อนกลับ (echo) แต่หากมีเวลาต่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงที่ได้ยิน เรียกว่า การก้องวาน (reverberation) เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางหรือผ่านช่องแคบจะเกิดการเลี้ยวเบน และเมื่อคลื่นเสียงสองคลื่นมาพบกันจะเกิดการแทรกสอด

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การเลี้ยวเบนของเสียง การได้ยินเสียงคนพูดคุยกันในห้อง ทั้งที่ผู้ฟังอยู่นอกห้อง เพราะเกิดจากเสียงเลี้ยวเบนออกมาด้านนอกของห้องผ่านทางช่องหน้าต่างหรือช่องประตู ทำให้ผู้ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของผนังห้องได้ยินเสียงของคนที่พูดคุยกัน



รูป 12.6 การเลี้ยวเบนของเสียงออกนอกห้อง

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาเฉพาะหน้า)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาในภาคเรียนที่ 1 เรื่อง การเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ
- 1.2 ครูถามนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาในคาบที่แล้ว โดยใช้คำถามว่า “พฤติกรรมของคลื่นมีกี่อย่าง อะไรบ้าง” (แนวคำตอบ มี 4 อย่าง ได้แก่ การแทรกสอด การเลี้ยวเบน การสะท้อน และการหักเห)
- 1.3 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม
 - การเลี้ยวเบนของเสียงมีลักษณะอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยแต่ละเพศ แต่ละความสามารถ
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมเรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง
- 2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด

2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอสรุปที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) ณ ตำแหน่ง A, B และ C จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกัน โดยตำแหน่ง A เสียงค่อยที่สุด ตำแหน่ง B เสียงดังกว่าตำแหน่ง A แต่ดังก่อน C และตำแหน่ง C เสียงดังที่สุด)

3) ถ้าเสียงจากลำโพงเคลื่อนที่ไปถึงบานประตูไม่อ้อมขอบบานประตูจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่ (แนวการตอบ ไม่ได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

1) เมื่อรับฟังเสียงที่ตำแหน่ง A, B และ C จะพบว่าที่ A เสียงค่อยที่สุด ที่ B เสียงดังขึ้น และที่ C เสียงดังที่สุด

2) การได้ยินเสียงที่ตำแหน่ง A และ B ซึ่งอยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวางได้แสดงว่าเสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางได้

3) การได้ยินเสียงที่ตำแหน่ง A ค่อยที่สุด เพราะพลังงานเสียงไปถึงตำแหน่ง A ลดลง

4) เสียงแสดงพฤติกรรมการเลี้ยวเบนได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ เสียงความถี่ต่ำ กับเสียงความถี่สูง เสียงความถี่ใดสามารถเลี้ยวเบนได้ดีกว่ากัน

- เนื่องจากเสียงที่มีความยาวคลื่นมาก จะเลี้ยวเบนได้ดีกว่าเสียงที่มีความยาวคลื่นน้อย ดังนั้นเสียงความถี่ต่ำ ซึ่งมีความยาวคลื่นมาก จะเลี้ยวเบนได้ดีกว่าเสียงความถี่สูงซึ่งมีความยาวคลื่นน้อย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

8.5 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเลี้ยวเบนของเสียงได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองหาความสัมพันธ์ของการเลี้ยวเบนของเสียงกับตำแหน่งได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง	1) นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	บันทึกผลกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลกิจกรรมค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกผลกิจกรรมได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 4 เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 4 เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาร)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

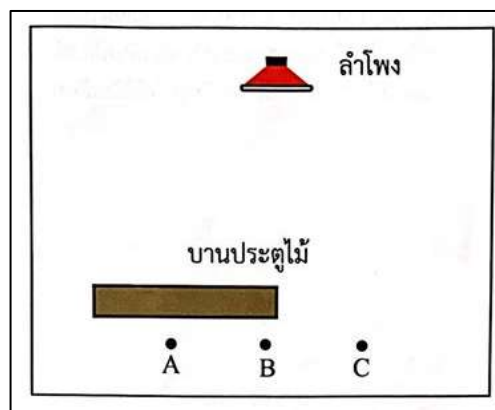
ศึกษาความสัมพันธ์ของการเลี้ยวเบนของเสียงกับตำแหน่ง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 2 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 1 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ไปที่ 1 กิโลเฮิรตซ์ และปรับความดังของเสียงให้ดังพอสมควร
- 2) นำลำโพงไปวางไว้ด้านหลังประตูห้องเรียนซึ่งเปิดอยู่ แล้วฟังเสียงที่อีกด้านหนึ่งของประตูนอกห้องซึ่งบังลำโพงไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังรูป



5. ผลการทำการทดลอง

ตำแหน่งที่รับฟังเสียง	ลักษณะความดังค่อยของเสียง	ระดับเสียง (dB)
ตำแหน่ง A		
ตำแหน่ง B		
ตำแหน่ง C		

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ณ ตำแหน่ง A, B และ C จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

.....

.....

2) ถ้าเสียงจากลำโพงเคลื่อนที่ไปถึงบานประตูไม้ห้องนอนบานประตูจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่

ตอบ

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

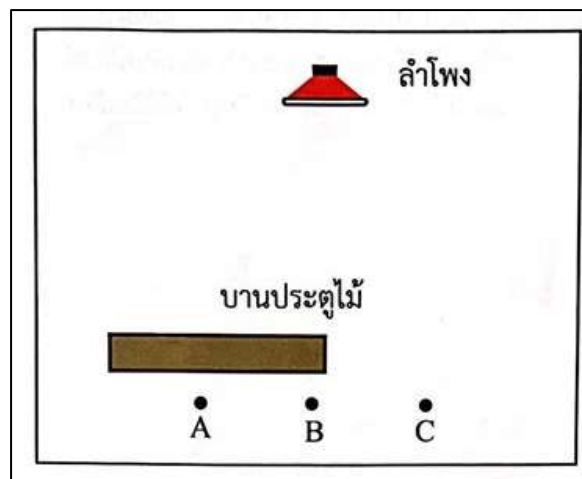
ศึกษาความสัมพันธ์ของการเลี้ยวเบนของเสียงกับตำแหน่ง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 2 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 1 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ไปที่ 1 กิโลเฮิรตซ์ และปรับความดังของเสียงให้ดังพอสมควร
- 2) นำลำโพงไปวางไว้ด้านหลังประตูห้องเรียนซึ่งเปิดอยู่ แล้วฟังเสียงที่อีกด้านหนึ่งของประตูนอกห้องซึ่งบังลำโพงไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังรูป



5. ผลการทำการทดลอง

ตำแหน่งที่รับฟังเสียง	ลักษณะความดังค่อยของเสียง	ระดับเสียง (dB)
ตำแหน่ง A	เสียงค่อยที่สุด	กรณีโรงเรียนมีเครื่องวัดระดับเสียง ควรให้นักเรียนทดลองวัด หรือใช้แอปพลิเคชันในการวัดเสียง (สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันในการวัดเสียง sound experiment ของสสวท. ได้จาก QR code ประจำบท)
ตำแหน่ง B	เสียงดังกว่าตำแหน่ง A	
ตำแหน่ง C	เสียงดังที่สุด	

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ณ ตำแหน่ง A, B และ C จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกัน โดยตำแหน่ง A เสียงค่อยที่สุด ตำแหน่ง B เสียงดังกว่าตำแหน่ง A แต่ดังก่อนน้อยกว่า C และตำแหน่ง C เสียงดังที่สุด

2) ถ้าเสียงจากลำโพงเคลื่อนที่ไปถึงบานประตูไม่อ้อมขอบบานประตูจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B หรือไม่

ตอบ ไม่ได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง A และ B

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลอง พบว่า ได้ยินเสียงทั้งสามตำแหน่ง โดยเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่ง A ซึ่งอยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวางจะดังก่อนน้อยกว่าเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่ง B และ C ซึ่งอธิบายได้ว่า การได้ยินเสียงที่ตำแหน่ง A และ B ทั้งที่มีสิ่งกีดขวางกันเสียงไว้ เพราะเสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมไปยังด้านหลังของสิ่งกีดขวางได้ ดังนั้นเสียงแสดงพฤติกรรมการเลี้ยวเบนได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการแทรกสอดของเสียงได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองหาความสัมพันธ์ของการแทรกสอดของเสียงกับตำแหน่งได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

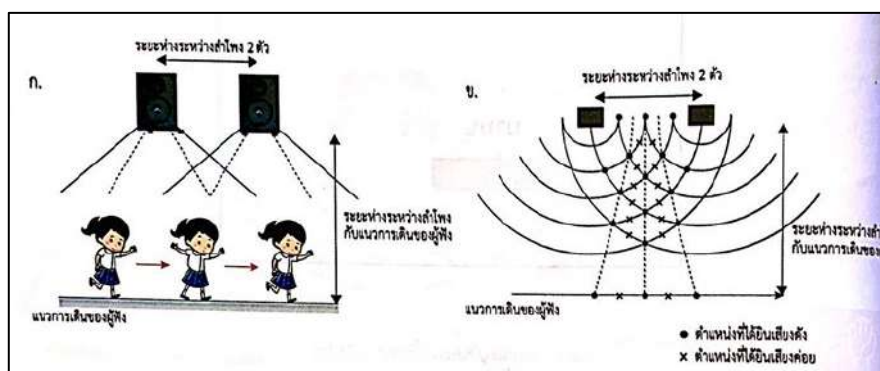
4. สาระสำคัญ

คลื่นเสียงแสดงพฤติกรรม 4 อย่าง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในทิศทางเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1 วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้ง ได้เสียงสะท้อนนี้เรียกว่า เสียงสะท้อนกลับ (echo) แต่หากมีเวลาต่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้เสียงที่ได้ยิน เรียกว่า การก้องวาน (reverberation) เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางหรือผ่านช่องแคบจะเกิดการเลี้ยวเบน และเมื่อคลื่นเสียงสองคลื่นมาพบกันจะเกิดการแทรกสอด

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การแทรกสอดของเสียง การเกิดการแทรกสอดของเสียง เกิดขึ้นเมื่อมีแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่ง จะเกิดเสียงดัง-ค่อย ในลักษณะเดียวกันกับการเกิดปฏิบัพและบัพจากการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ หรือ การเกิดแถบสว่าง-แถบมืดจากการแทรกสอดของแสง เสียงมีการแทรกสอดเช่นเดียวกับคลื่นชนิดต่างๆ โดยตำแหน่งที่เกิดปฏิบัพจะได้ยินเสียงดัง และตำแหน่งที่เกิดบัพจะได้ยินเสียงหรือได้ยินเสียงค่อย ดังรูป 12.7



รูป 12.7 ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตามแนวเส้นตรงที่ขนานกับลำโพงทั้งสอง

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาเฉพาะหน้า)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และ ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาในภาคเรียนที่ 1 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ และการแทรกสอดของแสง

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- การแทรกสอดของเสียงมีลักษณะแตกต่างหรือเหมือนกันกับการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ และการแทรกสอดของแสง

- การแทรกสอดของเสียงมีลักษณะอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคณะพิเศษ คณะความสามารถ
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมเรื่อง การแทรกสอดของเสียง
- 2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด
- 2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์
- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอสรุปที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน
- 3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบได้ผลเหมือนกัน)
 - 2) ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบไม่แตกต่างกัน เพราะเป็นเสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเดียวกัน)
 - 3) ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้อย่างไร (แนวการตอบ บางตำแหน่งได้ยินเสียงดัง บางตำแหน่งได้ยินเสียงค่อย ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังเกิดจากการรวมกันแบบเสริม และตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อยเกิดจากการรวมกันแบบหักล้าง)
- 3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้
 - 1) ลำโพง 2 ตัวเป็นแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์(มีความถี่เท่ากันเพราะเป็นเสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเดียวกัน)
 - 2) เมื่อรับฟังเสียงจากลำโพง 2 ตัว ที่ส่งเสียงพร้อมกันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแนวขนานกับขอบโต๊ะที่บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง ที่บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย ถ้าเลื่อนตำแหน่งที่รับฟังไปเรื่อย ๆ ตามแนวเส้นตรงที่ขนานกับขอบโต๊ะ จะได้ยินเสียงดังค่อย สลับกันไป
 - 3) การได้ยินเสียงดังบางตำแหน่ง และเสียงค่อยบางตำแหน่ง ตามข้อ 2 นั้น เกิดจากการแทรกสอดของเสียงจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่ง ตำแหน่งที่เสริมกันของเสียงจะได้ยินเสียงดัง และตำแหน่งที่หักล้างกันของเสียงจะได้ยินเสียงค่อย
 - 4) เสียงแสดงพฤติกรรมแทรกสอดได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ แหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์
แหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ คือ แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน ความยาวคลื่นเท่ากัน อัตราเร็วเท่ากัน แอมพลิจูด เท่ากัน มีเฟสตรงกันหรือต่างกันคงที่

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 อินเทอร์เน็ต

8.4 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการแทรกสอดของเสียงได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง	1) นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองหาความสัมพันธ์ของการแทรกสอดของเสียงกับตำแหน่งได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง	1) นักเรียนสามารถบันทึกผลกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	บันทึกผลกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลกิจกรรมค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกผลกิจกรรมได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 5 เรื่อง การแทรกสอดของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญจกตา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 5 เรื่อง การแทรกสอดของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามัก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

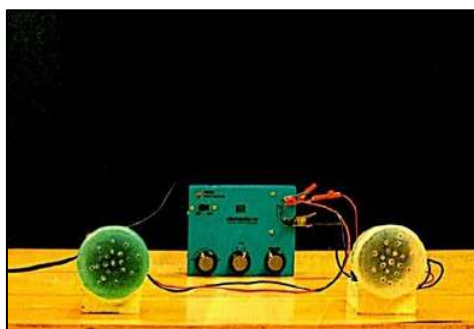
ศึกษาความสัมพันธ์ของการแทรกสอดของเสียงกับตำแหน่ง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 2 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 2 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ไปที่ 3 กิโลเฮิรตซ์ และปรับความดังของเสียงให้ดังพอสมควร
- 2) วางลำโพงไว้ที่ขอบโต๊ะ จัดหน้าลำโพงหันออกนอกโต๊ะ ดังรูป



- 3) ฟังเสียงทางด้านหน้าลำโพง ณ ตำแหน่งต่างๆ กันในแนวนอนกับขอบโต๊ะ เปรียบเทียบความดังของเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ตามแนวที่ฟังเสียง

5. ผลการทำการทดลอง

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

2) ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้อย่างไร

ตอบ

7. สรุปผลการทดลอง

[illegible]

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

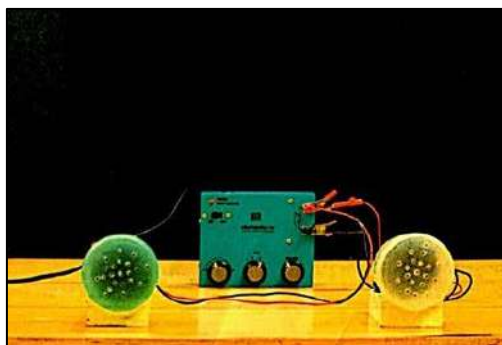
ศึกษาความสัมพันธ์ของการแทรกสอดของเสียงกับตำแหน่ง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 2 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง 2 ตัว หมุนปุ่มเลือกความถี่ไปที่ 3 กิโลเฮิรตซ์ และปรับความดังของเสียงให้ดังพอสมควร
- 2) วางลำโพงไว้ที่ขอบโต๊ะ จัดหน้าลำโพงหันออกนอกโต๊ะ ดังรูป



- 3) ฟังเสียงทางด้านหน้าลำโพง ณ ตำแหน่งต่างๆ กันในแนวขนานกับขอบโต๊ะ เปรียบเทียบความดังของเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ตามแนวที่ฟังเสียง

5. ผลการทำการทดลอง

เสียงที่ได้ยินจากลำโพง 2 ตัว ต่อพ่วงกัน พบว่า บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย.....

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ความถี่ของเสียงจากลำโพงทั้งสองตัวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ไม่แตกต่างกัน เพราะเป็นเสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเดียวกัน.....

2) ความดังของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว เป็นอย่างไร และจะอธิบายได้อย่างไร

ตอบ บางตำแหน่งได้ยินเสียงดัง บางตำแหน่งได้ยินเสียงค่อย ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังเกิดจากการรวมกันแบบเสริม และ
ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อยเกิดจากการรวมกันแบบหักล้าง.....

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลอง พบว่า เมื่อใช้ลำโพง 2 ตัว ต่อพ่วงกัน จะมีความถี่เท่ากันเพราะเป็นเสียงที่มาจากเครื่อง
กำเนิดสัญญาณเสียงเดียวกัน ในการยินฟังเสียง ณ บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง ที่บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย
เนื่องจากตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังเกิดจากการรวมกันแบบเสริมกันของคลื่นเสียง และตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อย เกิดจาก
การรวมกันแบบหักล้างกันของคลื่นเสียง ดังนั้นสรุปได้ว่า เสียงมีการแทรกสอดเช่นเดียวกับคลื่นอื่นๆ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง ความเข้มเสียง ระดับเสียงความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียงรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายความเข้มเสียงได้
- 2) อธิบายระดับเสียงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและความเข้มเสียงได้
- 3) อธิบายระดับเสียงและความถี่ที่มีผลต่อการได้ยิน
- 4) อธิบายระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนด

3.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

พลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดเสียงในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเสียง (power of a sound) กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า ความเข้มเสียง (sound intensity) ซึ่งหาได้จาก $I = \frac{P}{A}$ ในกรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุด $I = \frac{P}{4\pi r^2}$

ในการบอกความดังของเสียงพิจารณาจากสเกลลอการิทึม เรียกว่า ระดับเสียง (sound level) ตามสมการ $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

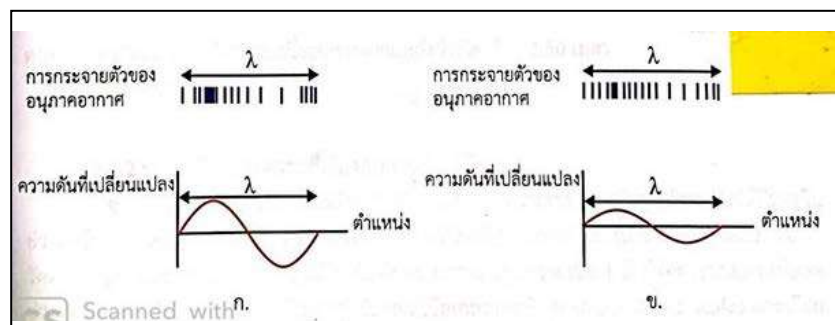
เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ มีระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียงที่ต่างกัน **ระดับสูงต่ำของเสียง (pitch)** สัมพันธ์กับความถี่ของเสียง เสียงที่มีความถี่สูง เรียกว่า **เสียงสูงหรือเสียงแหลม** เสียงที่มีความถี่ต่ำ เรียกว่า **เสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม** ส่วน **คุณภาพเสียง (quality of sound)** เป็นลักษณะเฉพาะของเสียงที่ทำให้ผู้ฟังจำแนกเสียงนั้น ๆ เสียงที่มีคุณภาพเสียงต่างกันมีรูปแบบของเสียงแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะเสียงแต่ละรูปแบบเกิดจากผลรวมของหลายฮาร์โมนิกและแอมพลิจูดแต่ละฮาร์โมนิกที่แตกต่างกัน

เสียงรบกวนเป็นเสียงที่ดังหรือมีระดับเสียงสูง และก่อให้เกิดความรำคาญ ถือว่าเป็น **มลพิษทางเสียง (noise pollution)** อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและจิตใจ การลดหรือควบคุมระดับเสียง อาจทำได้ 3 วิธีคือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง การควบคุมทางผ่านของเสียง และการควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

1) **ความเข้มเสียง**เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเกิดการถ่ายโอนพลังงานไปยังอนุภาคอากาศที่อยู่รอบๆจนกระทั่งถึงหูเราทำให้เราได้ยินเสียงเสียงที่หูได้ยินอาจดังหรือค่อยขึ้นอยู่กับพลังงานของคลื่นเสียงโดยพลังงานของคลื่นเสียงจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียงนั้น ทั้งนี้แอมพลิจูดของคลื่นเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงหรือขึ้นอยู่กับพลังงานของแหล่งกำเนิดเสียงรูป 12.8 แสดงการเปรียบเทียบเสียงที่มีความยาวคลื่นเท่ากันแต่มีแอมพลิจูดต่างกัน จะเห็นว่าเสียงที่มีแอมพลิจูดมากกว่า (รูป 12.8 ก.) จะมีความดันอากาศที่เปลี่ยนไปมากกว่า(อนุภาคของตัวกลางเบียดเข้าใกล้กันได้ชิดมากกว่า หรือความสูงของรูปคลื่นสูงกว่า)เมื่อเทียบกับเสียงที่มีแอมพลิจูดน้อยกว่า (รูป 12.8 ข.) ซึ่งมีความดันอากาศที่เปลี่ยนไปน้อยกว่า(อนุภาคของตัวกลางเบียดเข้าใกล้กันได้ชิดน้อยกว่าหรือความสูงของรูปคลื่นต่ำกว่า)



รูป 12.8 การเปรียบเทียบเสียงที่มีมาก (ก.) กับเสียงที่มีแอมพลิจูดน้อย (ข.)

อัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงของแหล่งกำเนิดมีค่าเท่ากับพลังงานเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดต่อหน่วยเวลา ซึ่งเรียกว่า **กำลังเสียง (power of a sound)** ผู้ฟังจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังเสียงมากกว่าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังเสียงน้อย เมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากัน

กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า **ความเข้มเสียง (sound intensity)**

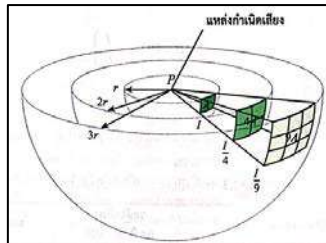
$$I = \frac{P}{A}$$

เมื่อ	I	คือ	ความเข้มเสียง	มีหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร
	P	คือ	กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง	มีหน่วยวัตต์
	A	คือ	พื้นที่ที่เสียงเคลื่อนที่ผ่านในทิศตั้งฉาก	มีหน่วยตารางเมตร

โดยความเข้มเสียงมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงมากขึ้น สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นจุดจะแผ่คลื่นเสียงออกมาทุกทิศทางโดยมีลักษณะเป็นพื้นผิวทรงกลมที่มีแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลมความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิด ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะ r มีค่า

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

นั่นคือความเข้มเสียงแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเช่นที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง (ที่เป็นจุด) เป็นระยะ r , $2r$ และ $3r$ มีความเข้มเสียงเป็น I , $I/4$ และ $I/9$ ตามลำดับ ดังรูป 12.9



รูป 12.9 การเปรียบเทียบความเข้มเสียงที่ตำแหน่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะต่างๆ

2) **ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการได้ยิน** การได้ยินของคนปกติพบว่า ความเข้มเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินอยู่ในช่วงที่กว้างมาก เช่นที่ความถี่เสียง 100 เฮิรตซ์เสียงที่เบาสุดมนุษย์สามารถได้ยินมีความเข้ม 10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตรและเสียงที่ดังที่สุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อแก้วหูมีความเข้ม 1 วัตต์ต่อตารางเมตร เพื่อลดช่วงที่กว้างมากจึงพิจารณาการได้ยินจากปริมาณที่ใช้สเกลลอการิทึม (logarithmic scale) และเรียกปริมาณนี้ว่า **ระดับเสียง (sound level)** ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

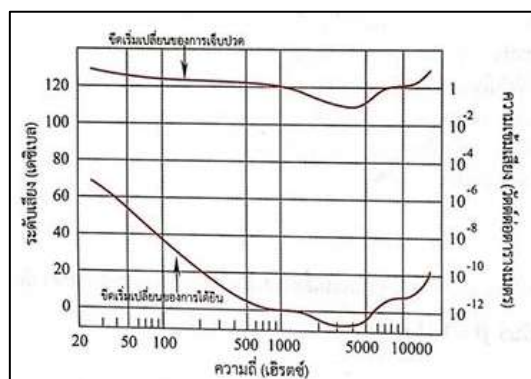
เมื่อ	β	คือ	ระดับเสียง	มีหน่วย เดซิเบล (dB)
	I	คือ	ความเข้มเสียงที่พิจารณา	มีหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
	I_0	คือ	ความเข้มเสียงอ้างอิง	มีค่าเท่ากับ ($1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

ตาราง 12.2 ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับเสียง (เดซิเบล : dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เจ็บบ้าง
สำนักงานที่เจ็บบ้าง	50	เจ็บบ้าง

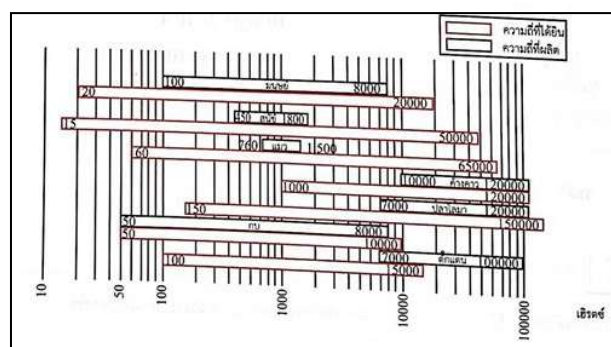
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป, ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง	90	} รับฟังบ่อยๆ การได้ยิน จะเสื่อม อย่างถาวร
เครื่องเจาะถนนแบบอัดลม	90	
เครื่องตัดหญ้า	100	
ดิสโก้เธค, การแสดงดนตรีประเภทร็อก	120	
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	} ไม่สบายหู เจ็บปวดในหู แก้วหูชำรุดทันที
เครื่องบินไอพ่นขึ้นระยะใกล้	150	
เครื่องยนต์จรวดขนาดใหญ่ในระยะใกล้	180	

สำหรับเสียงที่มีความถี่ 100 เฮิร์ตซ์ระดับเสียงที่มนุษย์ได้ยินจะอยู่ในช่วง 0 จนถึง 120 เดซิเบล หากเสียงมีความถี่เปลี่ยนไประดับเสียงที่ได้นั้นก็จะเปลี่ยนไปด้วย เช่นเสียงความถี่ 100 เฮิร์ตซ์ระดับเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีค่าประมาณ 35 เดซิเบล ดังรูป 12.10 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ จะเห็นว่า การที่เราจะได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำนั้นเสียงนั้นจะต้องมีระดับเสียงสูงกว่า การได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่จากนั้นจะเห็นว่า **ขีดเริ่มเปลี่ยนของการได้ยิน (threshold of hearing)** และ **ขีดเริ่มเปลี่ยนของการเจ็บปวด (threshold of pain)** สำหรับเสียงแต่ละความถี่นั้นมีค่าไม่เท่ากัน



รูป 12.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงที่มนุษย์ได้ยินกับความถี่ต่างๆ

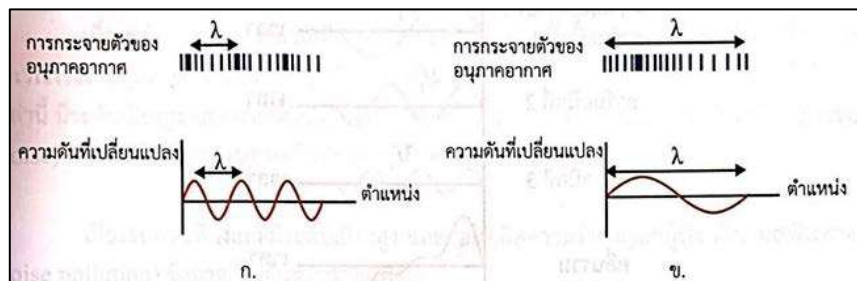
มนุษย์ได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่ง สำหรับสัตว์อื่นจะได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่ง ๆ เช่นกัน และต่างก็สามารถให้เสียงที่มีช่วงความถี่ต่าง ๆ กันด้วยซึ่งพิจารณาได้จากรูป 12.11



รูป 12.11 แผนภาพแสดงช่วงความถี่เสียงที่สัตว์-มนุษย์ผลิตและช่วงความถี่ที่มนุษย์-สัตว์ได้ยิน

3) **ระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง** เสียงเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อความรู้สึกและอารมณ์ของผู้ฟังอย่างมากได้ยินเสียง เราจะบอกได้ว่าเสียงนั้นเป็นเสียงสูงหรือเสียงต่ำนอกจากนี้เรายังจำแนกเสียงต่างๆว่าเป็นเสียงจากแหล่งกำเนิดใดได้

3.1) ระดับสูงต่ำของเสียง เมื่อเราได้ยินเสียงพูด เสียงดนตรีหรือเสียงร้องเพลงบางคนอาจบอกว่าเสียงนี้เป็นเสียงสูงหรือเสียงต่ำการระบุว่าเป็นเสียงสูงเสียงต่ำ เสียงแหลมเสียงทุ้มนี้เป็นการบอกถึง**ระดับสูงต่ำของเสียง (pitcha)** ซึ่งเป็นการบอกในเชิงคุณภาพ ขึ้นอยู่กับผู้ฟังแต่ละคนบางคนอาจบอกว่าเสียงนี้สูงมาก ในขณะที่อีกคนหนึ่งบอกว่าเป็นเสียงสูงธรรมดา ปริมาณที่สัมพันธ์กับระดับสูงต่ำของเสียงคือ**ความถี่ของเสียง** ซึ่งเป็นการบอกในเชิงปริมาณสามารถค่าเป็นตัวเลขเพื่อใช้เปรียบเทียบกันได้โดยตรงโดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึงเสียงสูง (high pitch) หรือเสียงแหลม (treble) หมายถึง **เสียงที่มีความถี่สูงและเสียงต่ำ (lowpitch) หรือเสียงทุ้ม (bass) หมายถึง เสียงที่มีความถี่ต่ำ**

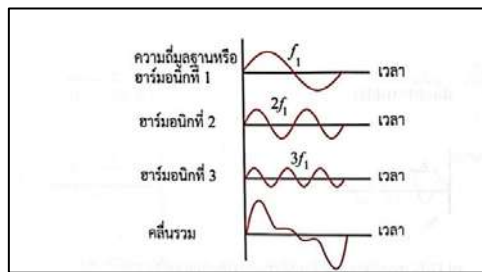


รูป 12.12 การเปรียบเทียบเสียงที่มีความถี่สูง (ก.) กับเสียงที่มีความถี่ต่ำ (ข.)

3.2) คุณภาพเสียง

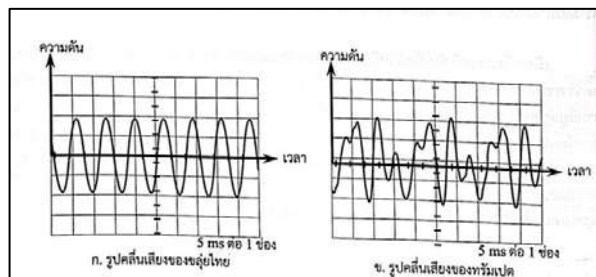
เครื่องดนตรีสองชนิดเช่นเปียโน และ ขลุ่ยเล่นตัวโน้ตตัวเดียวกันที่มีความถี่เท่ากัน แต่เราก็สามารถแยกได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงจากเปียโนเสียงใดเป็นเสียงจากขลุ่ยในวิชาฟิสิกส์เราบอกว่าเสียงจากเครื่องดนตรีทั้งสองนี้มี**คุณภาพเสียง (quality of sound)**แตกต่างกัน คุณภาพเสียงในวิชาฟิสิกส์จึงไม่ใช่การระบุว่าเป็นเสียงจากเครื่องดนตรีชนิดใดดีกว่ากันหรือไพเราะกว่ากันแต่เป็นการบอกถึงรูปแบบของเสียงที่มีความเฉพาะตัวของเครื่องดนตรีแต่ละชนิดคล้ายกับลายนิ้วมือของแต่ละคน

เมื่อเครื่องดนตรีเล่นโน้ตตัวหนึ่ง เครื่องดนตรีจะผลิตเสียงที่มีความถี่หลายค่าออกมาพร้อมกันเรียกว่า **ฮาร์โมนิก (harmonics)** เสียงที่มีความถี่ต่ำสุดเรียกว่า**ฮาร์โมนิกที่หนึ่ง (first harmonic) หรือความถี่มูลฐาน (fundamental frequency)** เสียงที่เหลือจะมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐานฮาร์โมนิกที่สองมีความถี่เป็นสองเท่าของความถี่มูลฐานฮาร์โมนิกที่สามมีความถี่เป็นสามเท่าของความถี่มูลฐาน เป็นต้น หรือเขียนแทนด้วย $f_n = nf_1$ โดย f_n คือความถี่ของฮาร์โมนิกที่ 1 หรือ ความถี่มูลฐาน ซึ่งเป็นความถี่ต่ำสุดของการสั่นฮาร์โมนิกเหล่านี้จะรวมกันเป็นเสียงที่เราได้ยินดังตัวอย่างในรูป 12.13



รูป 12.13 การรวมฮาร์โมนิกต่างๆ ที่มีแอมพลิจูดต่างกัน

ทำนองเดียวกันขณะที่แหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ สันจะให้เสียงซึ่งมีฮาร์โมนิกต่างๆ จะออกมาพร้อมกันเสมอแต่จำนวนฮาร์โมนิกและแอมพลิจูดของแต่ละฮาร์โมนิกจะแตกต่างกันไป เมื่อมารวมกันทำให้ลักษณะของคลื่นเสียงที่ออกมาแตกต่างกันสำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่ต่างกัน โดยจะมีลักษณะเฉพาะตัว หรือที่เรียกว่ามีคุณภาพเสียงต่างกัน คุณภาพเสียงช่วยให้เราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงได้ ดังรูป 12.14



รูป 12.14 คุณภาพเสียงจากขลุ่ยและทรัมเป็ตที่เล่นโน้ตเดียวกัน

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร(อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด(สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา(ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต(ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน

ตัวชี้วัดที่ 1 สามารถคัดสรรสื่อที่ต้องการอ่านเพื่อหาข้อมูลสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ สามารถสร้างความเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้จากการอ่าน

ตัวชี้วัดที่ 2 สามารถจับประเด็นสำคัญและประเด็นสนับสนุน ได้แย้ง

ตัวชี้วัดที่ 3 สามารถวิเคราะห์ วิจารณ์ ความสมเหตุสมผลความน่าเชื่อถือลำดับความและความเป็นไปได้ของเรื่องี่อ่าน

ตัวชี้วัดที่ 4 สามารถสรุปคุณค่า แนวคิด แง่คิดที่ได้จากการอ่าน

ตัวชี้วัดที่ 5 สามารถสรุป อภิปราย ขยายความ แสดงความคิดเห็น ได้แย้ง สนับสนุน โน้มน้าว

โดยการเขียนสื่อสารใน รูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังความคิด เป็นต้น

7. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และ ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

8. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง พฤติกรรมของเสียง

1.2 ครูถามนักเรียนว่าเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไรและเสียงมาถึงผู้ฟังได้อย่างไร (แนวการตอบ เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานให้อนุภาคของอากาศที่อยู่รอบๆ แล้วถ่ายโอนต่อกันเป็นทอดๆ มาถึงผู้ฟัง แล้วได้ยินเสียง)

1.3 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) ถ้าเปิดวิทยุไว้กลางสนาม แล้วเดินห่างจากวิทยุออกไปเรื่อยๆ เสียงที่ได้ยินจากวิทยุจะเป็นอย่างไร (แนวการตอบ เสียงจะดังค่อยลงเรื่อยๆ ตามระยะที่เพิ่มขึ้น)

2) ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าผู้ฟังจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นมียอดประกอบหลายประการ โดยความเข้มเสียงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการได้ยิน

3) นักเรียนคิดว่า คำว่า “ระดับเสียง” หมายความว่าอย่างไร

4) นักเรียนคิดว่า คำว่า “ความถี่เสียงกับการได้ยิน” หมายความว่าอย่างไร

5) นักเรียนคิดว่า คำว่า “คุณภาพเสียง” หมายความว่าอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 จัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละประมาณ 8 คน โดยให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถที่คล่องแคล่วกันกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มประจำ

2.2 ครูจัดแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มของนักเรียนอาจจัดทำเป็นบทเรียนหน้าเดียวก็ได้

2.3 ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มจับฉลากหมายเลขของเนื้อหา คนละ 1 ฉลาก เพื่อรับผิดชอบในการศึกษาหัวข้อย่อยของเนื้อหา คนละ 1 หัวข้อ

2.4 ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมายเลขที่ตัวเองได้ ซึ่งครูติดเนื้อหาบนโต๊ะ

2.5 นักเรียนแต่ละคนที่ศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา (ใช้เวลา 15 นาที) ให้กลับไปยังกลุ่มตนเอง แล้วอธิบายความรู้ที่ได้จากการศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายให้เพื่อนฟัง

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ในการศึกษาลงในกระดาษปฐพี (น้ำตาล)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการสืบค้นของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน (<https://random.thaiware.com/>) หรือ โปรแกรม Super Soomm And Goomm

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- 1) การที่เราได้ยินเสียงดังเสียง-ค่อย ขึ้นอยู่กับพลังงานของเสียงที่ส่งมาถึงหูอย่างไร (แนวการตอบ การได้ยินเสียงดังค่อยขึ้นกับพลังงานของคลื่นเสียง โดยพลังงานของคลื่นเสียงขึ้นกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง)
- 2) คำว่า “ความเข้มเสียง” หมายความว่าอย่างไร (แนวการกำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงส่วนพลังงานเสียงเป็นผลคูณระหว่างกำลัง เสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปกับเวลา)
- 3) เดซิเบลเป็นหน่วยของค่าใด (แนวการตอบ ระดับเสียง)
- 4) การได้ยินเสียงนอกจากจะขึ้นอยู่กักระดับเสียงแล้วยังขึ้นอยู่กัค่าใด (แนวการตอบ ความถี่เสียง)
- 5) ความเข้มเสียงมีผลต่อการได้ยินเสียงดัง-ค่อยอย่างไร (แนวการตอบ ความเข้มเสียงมีผลต่อความดังของเสียงที่ไ้ยิน โดยความเข้มเสียงมากไ้ยินเสียงดังกว่าขณะความเข้มเสียงน้อย)
- 6) เสียงเบาที่สุดที่คนปกติสามารถไ้ยินมีความเข้มเสียงต่างกัน ขึ้นอยู่กัค่าใด (แนวการตอบ ความถี่เสียง)
- 7) ที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์สามารถไ้ยิน มีความเข้มเสียงเท่าใด (แนวการตอบ 10^{-12} W/m^2)
- 8) ที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์เสียงดังที่สุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อแก้วหู มีความเข้มเสียงเท่าใด (แนวการตอบ 1 W/m^2)
- 9) สำหรับเสียงความถี่ 1000 เฮิรตซ์ที่มนุษย์ไ้ยินและไม่เป็นอันตรายต่อหูอยู่ในช่วงกี่เดซิเบล (แนวการตอบ อยู่ในช่วง 0-120 เดซิเบล)
- 10) สัตว์แต่ละชนิดจะไ้ยินเสียงในช่วงความถี่เหมือนหรือแตกต่างกัน (แนวการตอบ แตกต่างกัน)
- 11) มนุษย์สามารถไ้ยินเสียงที่มีระดับเสียงต่ำกว่า 0 เดซิเบล ไ้หรือไม่ (แนวการตอบ ไ้ขึ้นอยู่กัความถี่ของเสียง เช่น เสียงความถี่ประมาณ 1800-5300 เฮิรตซ์)
- 12) มนุษย์สามารถไ้ยินเสียงที่มีระดับเสียงเกินกว่า 120 เดซิเบล โดยไม่เจ็บปวดไ้หรือไม่ (แนวการตอบ ไ้ขึ้นอยู่กัความถี่ของเสียง เช่น เสียงความถี่ประมาณ 20-720 เฮิรตซ์และ เสียงความถี่สูงกว่าประมาณ 10000 เฮิรตซ์)
- 13) การที่มนุษย์ไ้ยินเสียงสูงเสียงต่ำ ขึ้นอยู่กัสิ่งใดของเสียง (แนวการตอบ ความถี่เสียง)
- 14) มนุษย์สามารถจำแนกเสียงที่ไ้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ต่างกันไ้ได้อย่างไร (แนวการตอบ ไ้ขึ้นอยู่กัความถี่ของเสียง เช่น เสียงความถี่ประมาณ 20-720 เฮิรตซ์และ เสียงความถี่สูงกว่าประมาณ 10000 เฮิรตซ์)
- 15) เสียงที่มีความถี่สูงมีระดับสูงต่ำของเสียงสูง เรียกว่าอีกอย่งว่า (แนวการตอบ เสียงสูงหรือเสียงแหลม)
- 16) เสียงที่มีความถี่ต่ำ มีระดับสูงต่ำของเสียงต่ำ เรียกว่าอีกอย่งว่า (แนวการตอบ เสียงต่ำ หรือ เสียงทุ้ม)

17) ขลุ่ย แคน ซอ โดยเล่นโน้ตตัวเดียวกัน ทำไมเสียงจากเครื่องดนตรีต่างชนิดกันจึงให้เสียงที่แตกต่างกัน (แนวการตอบ เพราะเครื่องดนตรีแต่ละชนิดมีคุณภาพเสียงแตกต่าง)

18) เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันเรียกว่า (แนวการตอบ มีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป เรื่อง ความเข้มเสียง ระดับเสียง ความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter) ในหนังสือเรียน หน้า 25

4.3 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับหน่วยฟอน ในหนังสือเรียน หน้า 37

4.4 ครูอธิบายตัวอย่างโจทย์ปัญหา ในหนังสือเรียน หน้า 23 และ 25

4.5 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งกระดาษปฐพี (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 12.2 ในหนังสือเรียน หน้า 34 ข้อ 1. – 5.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

9. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

9.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

9.2 ห้องสมุด

9.3 อินเทอร์เน็ต

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความเข้มเสียงได้ 2) อธิบายระดับเสียงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและความเข้มเสียงได้ 3) อธิบายระดับเสียงและความถี่ที่มีผลต่อการได้ยิน	1) ตรวจกระดาษปฐพี (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

4) อธิบายระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียง			
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนดได้	1) ตรวจแบบฝึกหัด	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง การสะท้อนของเสียง 2) ตรวจแบบฝึกหัด	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

11. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง ความเข้มเสียง ระดับเสียง ความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 3-4 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1-2 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการอ่าน คติวิเคราะห์ และเขียน
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความเข้มแข็ง ระดับความเสี่ยงที่เสี่ยงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)	ไม่ผ่าน (0)
ความสามารถในการอ่าน เพื่อหาข้อมูลสารสนเทศได้ตาม วัตถุประสงค์ สามารถสร้างความเข้าใจและประยุกต์ใช้ ความรู้จากการอ่าน (ตัวชี้วัด อ่าน คติวิเคราะห์ ข้อที่ 1)	บอกข้อมูลที่ได้ถูกต้อง ครบถ้วน รวดเร็ว ตรงประเด็น	บอกข้อมูลที่ได้ถูกต้อง ครบถ้วน รวดเร็ว	บอกข้อมูลที่ได้ถูกต้อง	บอกข้อมูลไม่ได้
ความสามารถในการจับประเด็น สำคัญ (ตัวชี้วัด อ่าน คติ วิเคราะห์ข้อที่ 2)	จับประเด็นสำคัญจากเรื่องที่อ่านได้ถูกต้องและ ครบถ้วน	จับประเด็นสำคัญจากเรื่องที่อ่าน ได้ถูกต้อง	จับประเด็นสำคัญจากเรื่องที่อ่าน ได้บางเรื่อง	จับประเด็นสำคัญจากเรื่องที่อ่าน ไม่ได้
ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสมเหตุสมผล ลำดับความ และเป็นไปได้ของเรื่องที่อ่าน (ตัวชี้วัด อ่าน คติ วิเคราะห์ข้อที่ 3)	เนื้อหาสาระของชิ้นงาน สมเหตุสมผล ถูกต้อง ครบถ้วน	เนื้อหาสาระของชิ้นงาน สมเหตุสมผล ถูกต้อง	เนื้อหาสาระของชิ้นงาน ถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของชิ้นงาน ไม่ถูกต้อง
สามารถในการสรุปคุณค่า แนวคิด แง่คิดที่ได้จากการอ่าน (ตัวชี้วัด อ่าน คติวิเคราะห์ข้อที่ 4)	สรุปแง่คิดที่ได้จากการอ่านได้ถูกต้อง ครบถ้วน	สรุปแง่คิดที่ได้จากการอ่านได้ ถูกต้อง	สรุปแง่คิดที่ได้จากการอ่านได้บางเรื่อง	ไม่สามารถสรุปแง่คิดที่ได้จากการอ่าน
สามารถในการสรุป อภิปราย ขยายความ แสดงความ โดย การเขียนสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ ผลงานมี (ตัวชี้วัด อ่าน คติวิเคราะห์ ข้อที่ 5) ความคิดสร้างสรรค์ เช่น ผัง ความคิด เป็นต้น	เขียนถ่ายทอดความเข้าใจเรื่องที่อ่านด้วยรูปแบบ ผังความคิด เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน และ ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	เขียนถ่ายทอดความเข้าใจเรื่องที่อ่าน ด้วยรูปแบบ ผังความคิด เนื้อหา ถูกต้อง ครบถ้วน	เขียนถ่ายทอดความเข้าใจเรื่องที่อ่าน ด้วยรูปแบบ ผังความคิด เนื้อหา ถูกต้อง	ไม่สามารถเขียนถ่ายทอดความเข้าใจเรื่องที่อ่าน ด้วยรูปแบบ ผังความคิด ได้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ความเข้มเสียง ระดับเสียงความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยง ระดับเสียงความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้านกระบวนการ (P)	ด้านคุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 6 เรื่อง ความเข้มเสียง ระดับเสียง ความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 6 เรื่อง ความเข้มเสียง ระดับเสียง ความถี่เสียงกับการได้ยิน และคุณภาพเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

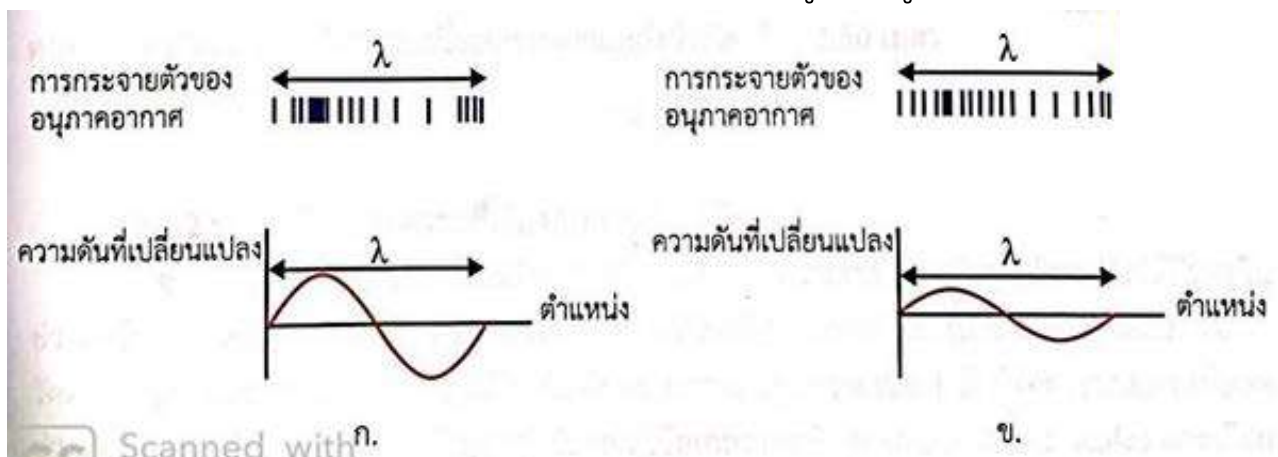
1	2	3	4	5
6	7	8		

ความเข้มเสียง(sound intensity)

หมายเลข

1

ความเข้มเสียงเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเกิดการถ่ายโอนพลังงานไปยังอนุภาคอากาศที่อยู่รอบๆจนกระทั่งถึงหูเราทำให้เราได้ยินเสียงเสียงที่ใหญ่ได้ยินอาจจะดังหรือค่อยขึ้นอยู่กับพลังงานของคลื่นเสียงโดยพลังงานของคลื่นเสียงจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียงนั่นเองทั้งนี้ แอมพลิจูดของคลื่นเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงหรือขึ้นอยู่กับพลังงานของแหล่งกำเนิดเสียงรูป 12.8 แสดงการเปรียบเทียบเสียงที่มีความยาวคลื่นเท่ากันแต่มีแอมพลิจูดต่างกันจะเห็นว่าเสียงที่มีแอมพลิจูดมากกว่า (รูป 12.8 ก.) จะมีความดันอากาศที่เปลี่ยนไปมากกว่า(อนุภาคของตัวกลางเบียดเข้าใกล้กันได้ชิดมากกว่า หรือความสูงของรูปคลื่นสูงกว่า)เมื่อเทียบกับเสียงที่มีแอมพลิจูดน้อยกว่า (รูป 12.8 ข.) ซึ่งมีความดันอากาศที่เปลี่ยนไปน้อยกว่า(อนุภาคของตัวกลางเบียดเข้าใกล้กันได้ชิดน้อยกว่าหรือความสูงของรูปคลื่นต่ำกว่า)



รูป 12.8 การเปรียบเทียบเสียงที่มีมาก (ก.) กับเสียงที่มีแอมพลิจูดน้อย (ข.)

กำลังเสียง (power of a sound)

อัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงของแหล่งกำเนิด มีค่าเท่ากับพลังงานเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดต่อหน่วยเวลา ซึ่งเรียกว่า **กำลังเสียง (power of a sound)** ผู้ฟังจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังเสียงมาก ดังกว่าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีกำลังเสียงน้อย เมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากัน

กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า **ความเข้มเสียง (sound intensity)**

$$I = \frac{P}{A}$$

เมื่อ I คือ ความเข้มเสียง

มีหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร

P คือ กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง

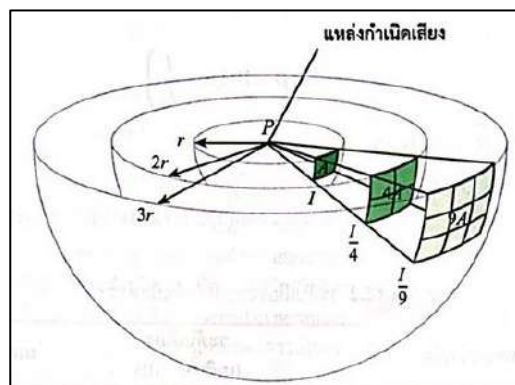
มีหน่วยวัตต์

A คือ พื้นที่ที่เสียงเคลื่อนที่ผ่านในทิศตั้งฉาก มีหน่วยตารางเมตร

โดยความเข้มเสียงมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงมากขึ้น สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นจุดจะแผ่คลื่นเสียงออกมาทุกทิศทางโดยมีลักษณะเป็นพื้นผิวทรงกลมที่มีแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลมความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิด ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะ r มีค่า

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

นั่นคือความเข้มเสียงแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเช่นที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง (ที่เป็นจุด) เป็นระยะ r , $2r$ และ $3r$ มีความเข้มเสียงเป็น I , $I/4$ และ $I/9$ ตามลำดับ ดังรูป 12.9



รูป 12.9 การเปรียบเทียบความเข้มเสียงที่ตำแหน่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นระยะต่างๆ

ระดับเสียง (sound level)

การได้ยินของคนปกติ พบว่า ความเข้มเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินอยู่ในช่วงที่กว้างมาก เช่น ที่ความถี่เสียง 100 เฮิรตซ์ เสียงที่เบาสุดมนุษย์สามารถได้ยินมีความเข้ม 10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตร และเสียงที่ดังที่สุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อแก้วหู มีความเข้ม 1 วัตต์ต่อตารางเมตร เพื่อลดช่วงที่กว้างมาก จึงพิจารณาการได้ยินจากปริมาณที่ใช้สเกลลอการิทึม (logarithmic scale) และเรียกปริมาณนี้ว่า **ระดับเสียง (sound level)** ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ β คือ ระดับเสียง

มีหน่วย เดซิเบล (dB)

I คือ ความเข้มเสียงที่พิจารณา มีหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

I_0 คือ ความเข้มเสียงอ้างอิง มีค่าเท่ากับ ($1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

ตาราง 12.2 ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับเสียง (เดซิเบล: dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เจียบมาก
สำนักงานที่เจียบ	50	เจียบ
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป, ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง	90	รับฟังบ่อยๆ การได้ยิน จะเสื่อม
เครื่องเจาะถนนแบบอัดลม	90	
เครื่องตัดหญ้า	100	
ดิสโก้เทค, การแสดงดนตรีประเภทร็อก	120	อย่างถาวร
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	ไม่สบายหู

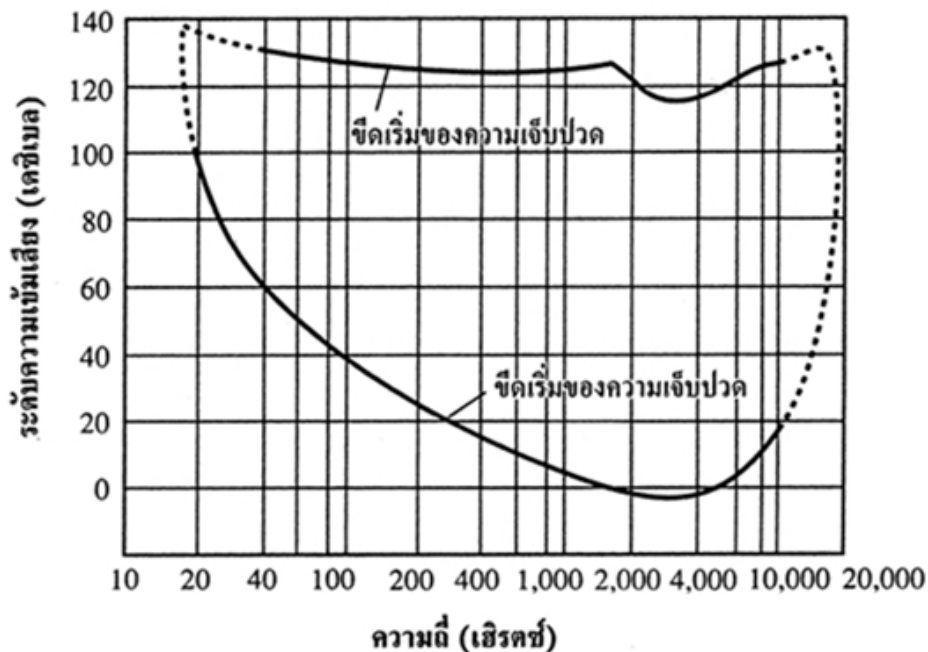
เครื่องบินไอพ่นขึ้นระยะใกล้	150	เจ็บปวดในหู แก้วหูชำรุดทันที
เครื่องยนต์จรวดขนาดใหญ่ในระยะใกล้	180	

เรื่อง ความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

หมายเลข

5

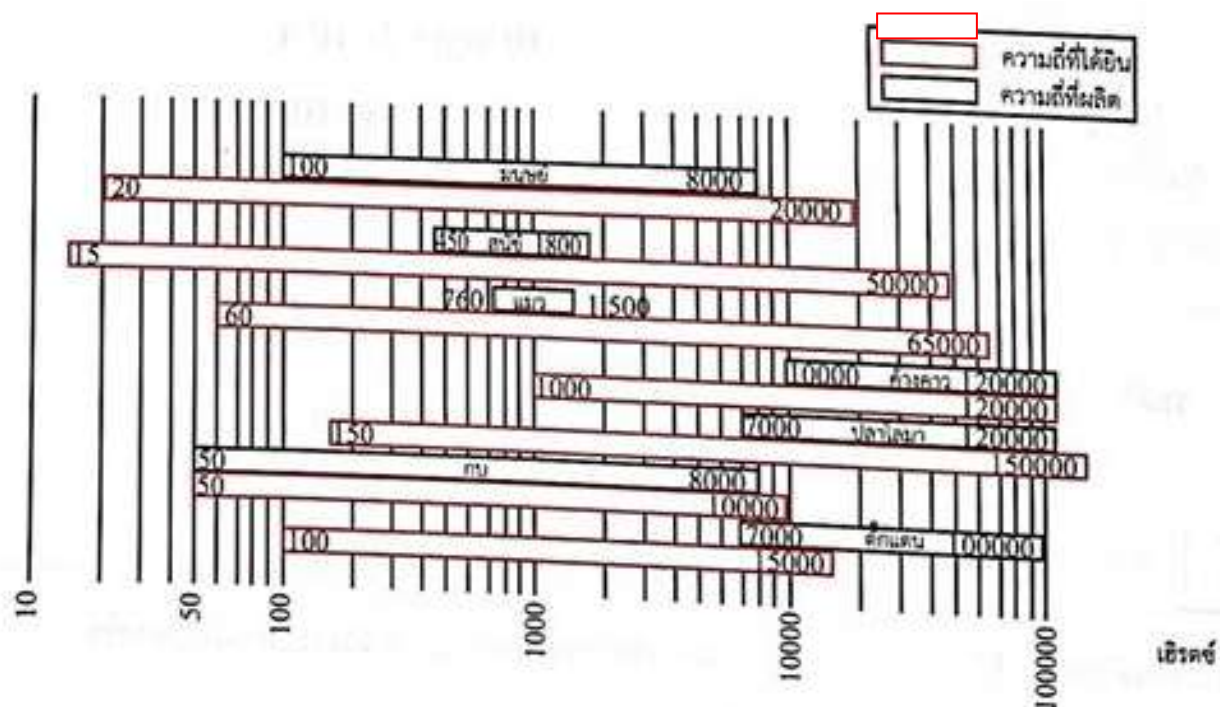
สำหรับเสียงที่มีความถี่ 100 เฮิรตซ์ระดับเสียงที่มนุษย์ได้ยินจะอยู่ในช่วง 0 จนถึง 120 เดซิเบลหากเสียงมีความถี่เปลี่ยนไประดับเสียงที่ได้อินก็จะเปลี่ยนไปด้วย เช่นเสียงความถี่ 100 เฮิรตซ์ ระดับเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีค่าประมาณ 35 เดซิเบล ดังรูป 12.10 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ จะเห็นว่า การที่เราจะได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำนั้นเสียงนั้นจะต้องมีระดับเสียงสูงกว่าการได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่่านอกจากนี้จะเห็นว่า ขีดเริ่มเปลี่ยนของการได้ยิน (threshold of hearing) และขีดเริ่มเปลี่ยนของการเจ็บปวด(threshold of pain) สำหรับเสียงแต่ละความถี่นั้นมีค่าไม่เท่ากัน



รูป 12.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงที่มนุษย์ได้ยินที่ความถี่ต่างๆ

ช่วงความถี่เสียงที่สัตว์-มนุษย์ผลิต
และช่วงความถี่เสียงที่มนุษย์-สัตว์ได้ยิน

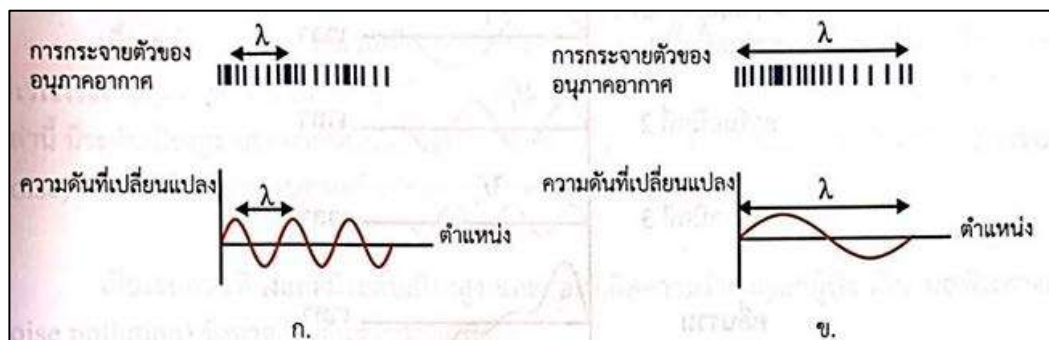
มนุษย์ได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่ง สำหรับสัตว์อื่นๆจะได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่ง ๆ เช่นกันและต่างก็สามารถให้เสียงที่มีช่วงความถี่ต่าง ๆ กันด้วยซึ่งพิจารณาได้จากรูป 12.11



รูป 12.11 แผนภาพแสดงช่วงความถี่เสียงที่สัตว์-มนุษย์ผลิต
และช่วงความถี่เสียงที่มนุษย์-สัตว์ได้ยิน

ระดับสูงต่ำของเสียง

ระดับสูงต่ำของเสียงเมื่อเราได้ยินเสียงพูด เสียงดนตรีหรือเสียงร้องเพลงบางคนอาจบอกว่าเสียงนี้เป็นเสียงสูงหรือเสียงต่ำการระบุว่าเป็นเสียงสูงเสียงต่ำ เสียงแหลมเสียงทุ้มนี้เป็นการบอกถึงระดับสูงต่ำของเสียง (pitch) ซึ่งเป็นการบอกในเชิงคุณภาพ ขึ้นอยู่กับผู้ฟังแต่ละคนบางคนอาจบอกว่าเสียงนี้สูงมาก ในขณะที่อีกคนหนึ่งบอกว่าเป็นเสียงสูงธรรมดา ปริมาณที่สัมพันธ์กับระดับสูงต่ำของเสียงคือความถี่ของเสียง ซึ่งเป็นการบอกในเชิงปริมาณ สามารถวัดค่าเป็นตัวเลขเพื่อใช้เปรียบเทียบกันได้โดยตรง โดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึงเสียงสูง (high pitch) หรือเสียงแหลม (treble) หมายถึงเสียงที่มีความถี่สูงและเสียงต่ำ (low pitch) หรือเสียงทุ้ม (bass) หมายถึงเสียงที่มีความถี่ต่ำ

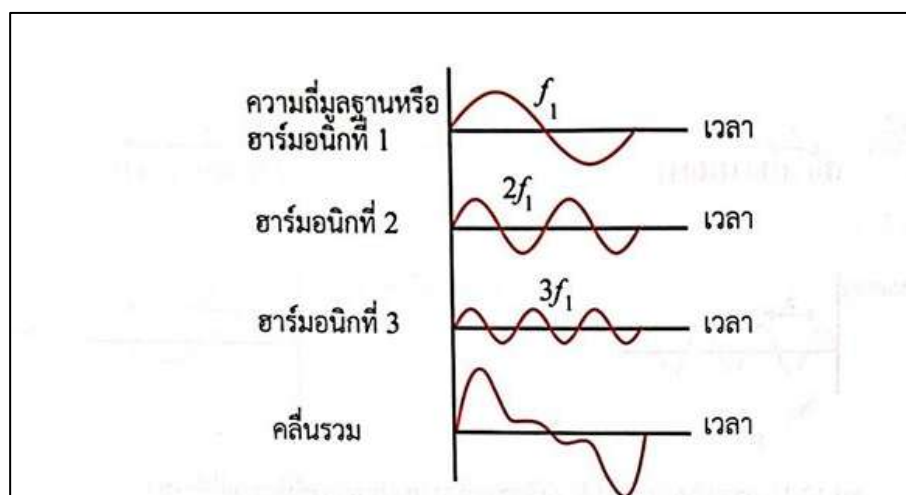


รูป 12.12 การเปรียบเทียบเสียงที่มีความถี่สูง (ก.) กับเสียงที่มีความถี่ต่ำ (ข.)

เครื่องดนตรีสองชนิดเช่นเปียโน และ ขลุ่ยเล่นตัวโน้ตตัวเดียวกันที่มีความถี่เท่ากัน แต่เราก็สามารถแยกได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงจากเปียโนเสียงใดเป็นเสียงจากขลุ่ยในวิชาฟิสิกส์ เรามักจะบอกว่าเสียงจากเครื่องดนตรีทั้งสองนี้มี**คุณภาพเสียง (quality of sound)**แตกต่างกัน คุณภาพเสียงในวิชาฟิสิกส์จึงไม่ใช่การระบุว่าเสียงจากเครื่องดนตรีชนิดใดดีกว่ากันหรือ ใ้เพราะกว่ากันแต่เป็นการบอกถึงรูปแบบของเสียงที่มีความเฉพาะตัวของเครื่องดนตรีแต่ละ ชนิดคล้ายกับลายนิ้วมือของแต่ละคน

เมื่อเครื่องดนตรีเล่นโน้ตตัวหนึ่ง เครื่องดนตรีจะผลิตเสียงที่มีความถี่หลายค่าออกมา พร้อมกันเรียกว่า**ฮาร์โมนิก (harmonics)**เสียงที่มีความถี่ต่ำสุดเรียกว่า**ฮาร์โมนิกที่หนึ่ง (first harmonic) หรือความถี่มูลฐาน(fundamental frequency)**เสียงที่เหลือจะมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐานฮาร์โมนิกที่สองมีความถี่เป็นสองเท่าของความถี่มูลฐานฮาร์โมนิกที่สามมีความถี่เป็นสามเท่าของความถี่มูลฐาน เป็นต้น หรือเขียนแทนด้วย $f_n = nf_1$ โดย f_n คือความถี่ของฮาร์โมนิกที่ n หรือ ความถี่มูลฐาน ซึ่งเป็นความถี่ต่ำสุดของการสั่นฮาร์โมนิกเหล่านี้จะรวมกันเป็นเสียงที่เราได้ยินดังตัวอย่างในรูป

12.13



รูป 12.13 การรวมฮาร์โมนิกต่างๆ ที่มีแอมพลิจูดต่างกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพและการป้องกัน

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

พลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดเสียงในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเสียง (power of a sound) กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า ความเข้มเสียง (sound intensity) ซึ่งหาได้จาก $I = \frac{P}{A}$ ในกรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุด $I = \frac{P}{4\pi r^2}$

ในการบอกความดังของเสียงพิจารณาจากสเกลลอการิทึม เรียกว่า ระดับเสียง (sound level)

ตาม สมการ $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ มีระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียงที่ต่างกัน ระดับสูงต่ำของเสียง (pitch) สัมพันธ์กับความถี่ของเสียง เสียงที่มีความถี่สูง เรียกว่า เสียงสูงหรือเสียงแหลม เสียงที่มีความถี่ต่ำ เรียกว่า เสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม ส่วนคุณภาพเสียง (quality of sound) เป็นลักษณะเฉพาะของเสียงที่ทำให้ผู้ฟังจำแนก

เสียงนั้น ๆ เสียงที่มีคุณภาพเสียงต่างกันมีรูปแบบของเสียงแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะเสียงแต่ละรูปแบบเกิดจากผลรวมของหลายฮาร์โมนิกและแอมพลิจูดแต่ละฮาร์โมนิกที่แตกต่างกัน

เสียงรบกวนเป็นเสียงที่ดังหรือมีระดับเสียงสูง และก่อให้เกิดความรำคาญ ถือว่าเป็นมลพิษทางเสียง (noise pollution) อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและจิตใจ การลดหรือควบคุมระดับเสียง อาจทำได้ 3 วิธี คือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง การควบคุมทางผ่านของเสียง และการควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

เมื่อเราไปอยู่ใกล้ๆ บริเวณที่กำลังมีการตอกเสาเข็มหรือมีการขุดเจาะถนนด้วยเครื่องเจาะหรือบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ หรือในบริเวณสนามบิน เสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณเหล่านี้ มีระดับเสียงสูง นอกจากนี้ยังมีเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ เสียงดังกล่าวจัดว่าเป็นเสียงรบกวน (noise) หากฟังเป็นเวลานานอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและจิตใจ

เสียงรบกวนที่ดังและมีระดับเสียงสูงและก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟังเป็น มลพิษทางเสียง (noise pollution) ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ฟังได้

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับระดับเสียงของเสียงรบกวนในชุมชนและเสียงรบกวนในสถานประกอบการที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายดังนี้

- เสียงรบกวนในชุมชนที่มีระดับเสียงเฉลี่ยไม่เกิน 70 เดซิเบล จะไม่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน
- เสียงรบกวนในสถานประกอบการ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดระดับเสียงและช่วงเวลาทำงานสูงสุดไว้ที่ 85 เดซิเบล วันละ 8 ชั่วโมง ค่าจำกัดนี้จะป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานสูญเสียการได้ยินอย่างถาวรได้ แต่ถ้าได้รับเสียงรบกวนเกิน 85 เดซิเบล มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน จะก่อให้เกิดอันตรายได้ และถ้าได้รับเสียงรบกวนเกิน 90 เดซิเบล มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน จะสูญเสียการได้ยินชั่วคราว

ในประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงต่างๆ เพื่อควบคุมระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและจิตใจอันเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงได้ทางหนึ่ง เช่น

มาตรฐานระดับเสียงที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการดังนี้

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม กำหนดให้ภายในสถานประกอบการที่มีลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงานดังต่อไปนี้

- ไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง จะต้องมียกระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล
- เกินวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง จะต้องมียกระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 90 เดซิเบล
- เกินวันละ 8 ชั่วโมง จะต้องมียกระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 80 เดซิเบล
- นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่มียกระดับเสียงเกินกว่า 140 เดซิเบล ไม่ได้

นอกจากนี้ยังมีพระราชบัญญัติและประกาศต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมเสียงรบกวนอีกหลายฉบับ มลพิษทางเสียงเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง นอกจากการบังคับใช้กฎหมายข้างต้นแล้ว สามารถช่วยลดมลพิษทางเสียงได้เช่นกัน

แนวทางการลดมลพิษทางเสียง อาจทำได้ 3 วิธี

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง เช่น ใช้วัสดุดูดซับเสียงบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน ใช้การปิดครอบ ใช้น้ำมันหล่อลื่นช่วยลดการเสียดสีระหว่างชิ้นส่วนของเครื่องจักร เป็นต้น
2. การควบคุมทางผ่านของเสียง อาจทำได้ 2 ลักษณะ คือ การเพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ปฏิบัติงานหรือประชาชน และการใช้วัสดุดูดกลืนเสียง กันเสียงหรือเบี่ยงเบนทิศทางของเสียง เช่น กำแพงแนวต้นไม้
3. การควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง อาจทำได้ 2 วิธี คือ การกำหนดเวลาทำงานให้เป็นไปตามมาตรฐานระดับเสียงที่กำหนดไว้ และการใช้เครื่องป้องกันอันตรายต่อหูเพื่อลดระดับเสียงซึ่งมี 2 แบบ คือ **เครื่องอุดหู (ear plugs)** สามารถลดระดับเสียงได้ 15-25 เดซิเบล และ**เครื่องครอบหู (ear muffs)** สามารถลดระดับเสียงได้ 30-40 เดซิเบล

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ความเข้ม ระดับเสียง ความถี่เสียง และคุณภาพเสียง
- 1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม
 - 1) เสียงประเภทใดที่เป็นเสียงที่นักเรียนไม่ต้องการได้ยิน และเสียงนั้น ๆ มีผลต่อนักเรียนอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)
 - 2) นักเรียนรู้จัก คำว่า “มลพิษทางเสียง” หรือไม่ และนิยามความหมายคำว่าอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)
 - 3) หากนักเรียนได้ยินเสียงดังมากๆ นักเรียนมีวิธีการป้องกันและให้ได้ยินเสียงลดลงได้อย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน ในหนังสือเรียน หน้า 31-32 แล้วสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้าลงใน กระดาษ A4 ที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) เสียงประเภทใดที่เป็นเสียงที่นักเรียนไม่ต้องการได้ยิน และเสียงนั้น ๆ มีผลต่อนักเรียนอย่างไร (แนวการตอบ เสียงที่มีระดับเสียงสูงและเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ)

2) คำว่า “เสียงรบกวน (noise)” หมายความว่าอย่างไร (แนวการตอบ มีระดับเสียงสูง นอกจากนี้ยังมีเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ)

3) คำว่า “มลพิษทางเสียง” หมายความว่าอย่างไร (แนวการตอบ เสียงรบกวนที่มีระดับเสียงสูง และเสียงรบกวนที่ก่อให้เกิดความรำคาญหรือเสียงที่ไม่ต้องการ อาจเป็นอันตรายต่อผู้ฟัง ทั้งอันตรายต่อการได้ยิน และอันตรายต่อสุขภาพและจิตใจ)

4) เสียงที่มีความถี่สูง จัดเป็นมลพิษทางเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวการตอบ เป็น เพราะเสียงที่มีความถี่สูงที่หูได้ยินเป็นเวลานาน จะก่อให้เกิดความรำคาญและนอกจากนี้ยังมีพลังงานสูงจึงส่งผลกระทบต่อเนื้อเยื่อของอวัยวะที่ได้รับพลังงานเสียง ทำให้เกิดความเสียหายได้แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับเสียงและระยะเวลาที่ได้ยินเสียงนั้น)

4) เสียงที่มีความถี่สูง จัดเป็นมลพิษทางเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวการตอบ เป็น เพราะเสียงที่มีความถี่สูงที่หูได้ยินเป็นเวลานาน จะก่อให้เกิดความรำคาญและนอกจากนี้ยังมีพลังงานสูงจึงส่งผลกระทบต่อเนื้อเยื่อของอวัยวะที่ได้รับพลังงานเสียง ทำให้เกิดความเสียหายได้แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับเสียงและระยะเวลาที่ได้ยินเสียงนั้น)

5) เสียงรบกวนในชุมชนที่มีระดับเสียงไม่เกิน 70 เดซิเบล จะไม่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน (แนวการตอบ ไม่เกิน 70 เดซิเบล)

6) คำว่า “WHO” คือ (แนวการตอบ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization ; WHO)

7) แนวทางการลดมลพิษทางเสียงมีกี่วิธี อะไรบ้าง (แนวการตอบ 3 วิธี 1.การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง 2.การควบคุมทางผ่านของเสียง และ 3.การควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นใต้เสียงกับมลพิษทางเสียง

4.2 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 ห้องสมุด

8.3 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพและการป้องกัน	1) ตรวจใบสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้	1) ตรวจใบสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	2	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม

	1	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 7 เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 7 เรื่อง มลพิษทางเสียงและการป้องกัน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามัก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการเกิดคลื่นนิ่งของเสียง

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองการเกิดคลื่นนิ่งของเสียงได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางเสียง ได้แก่ คลื่นนิ่ง การสั่นพ้อง บีต (beats) ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) คลื่นนิ่งของเสียงเกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวนเคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตลอดเวลา ตามตำแหน่งปฏิบัติความดัน-บัพความดัน ตามลำดับ โดยสองตำแหน่งที่มีเสียงดังถัดกัน หรือมีเสียงค่อยถัดกัน มีระยะห่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

การสั่นพ้องของเสียงเกิดจากลำอากาศในท่อถูกทำให้สั่นด้วยเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของลำอากาศในท่อลำอากาศจะสั่นมากที่สุด และได้ยินเสียงดังที่สุด ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า **ความถี่สั่นพ้อง** หรือ **ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)** สำหรับท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน ความถี่สั่นพ้องมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำอากาศในท่อ ตามสมการ

บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกัน เล็กน้อย ให้อินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยินเสียงของการบีต เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า **ความถี่บีต (beat frequency)** ซึ่งหาได้จาก

$$f_n = \frac{n\nu}{4L}$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน

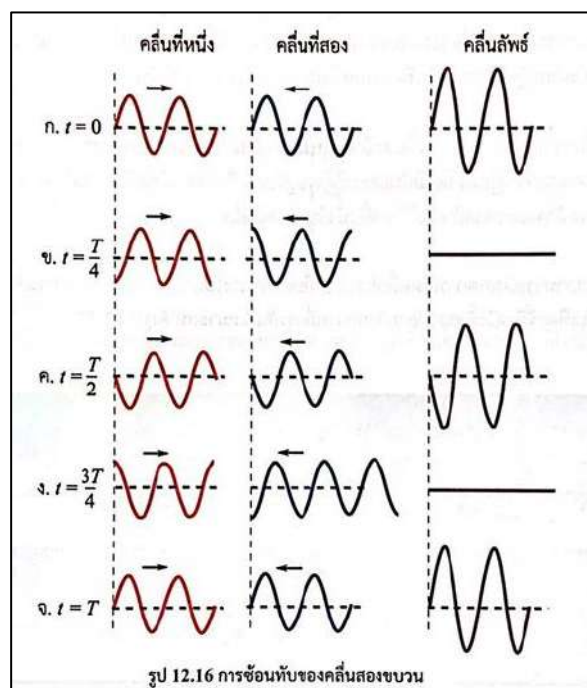
เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้หน้าคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิด**คลื่นกระแทก (shock wave)** และเรียกหน้าคลื่นว่า **หน้าคลื่นกระแทก** โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูง ทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า โซนิคบูม (sonic boom) โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทยธรณีวิทยา อุตสาหกรรม

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

เมื่อคลื่น 2 ขบวนที่มีแอมพลิจูด ความถี่ และความยาวคลื่น เท่ากัน เคลื่อนที่ในทิศสวนทางกัน คลื่นลัพธ์หาได้จากหลักการซ้อนทับ



รูป 12.16 การซ้อนทับของคลื่นสองขบวน

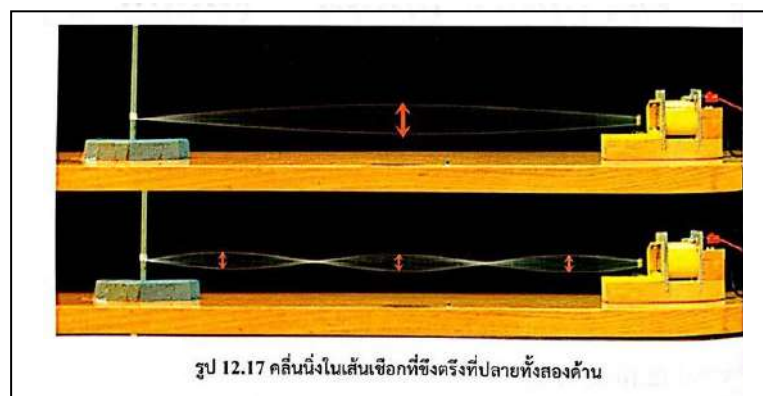
จากรูป 12.16 (ก) ณ เวลา $t = 0$ คลื่นทั้งสองขบวนมีเฟสตรงกัน คลื่นลัพธ์จะมีความถี่และความยาวคลื่นเท่าเดิม แต่จะมีแอมพลิจูดเป็น 2 เท่าของแอมพลิจูดเดิม เมื่อเวลาผ่านไป ณ เวลา $t = T/4$ หรือหนึ่งส่วนสี่ของคาบการเคลื่อนที่ของคลื่น รูป 12.16 (ข) ขณะนั้นคลื่นทั้งสองจะมีเฟสตรงข้ามกัน แอมพลิจูดของคลื่นลัพธ์จึงเป็นศูนย์ และเมื่อเวลาผ่านไป ณ เวลา $t = T/2$ รูป 12.16 (ค) คลื่นทั้งสองจะมี

เฟสตรงกันอีกครั้ง ทำให้คลื่นลัพท์มีแอมพลิจูดเป็น 2 เท่าของแอมพลิจูดเดิม แต่คลื่นลัพท์จะมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นลัพท์ที่เวลา $t = 0$ เมื่อเวลาผ่านไป ณ เวลา $t = 3T/4$ รูป 12.16 (ง) คลื่นทั้งสองจะมีเฟสตรงข้ามกันอีกครั้งหนึ่ง และมีแอมพลิจูดของคลื่นลัพท์เป็นศูนย์ เช่นเดียวกับรูป 12.16 (ข) แต่มีลักษณะของรูปคลื่นตรงข้ามกับรูป 12.6 (ข) และเมื่อเวลาผ่านไปครบ 1 คาบ รูป 12.16 (จ) ก็จะมีรูปคลื่นเช่นเดียวกับรูป 12.16 (ก) และเป็นเช่นเดียวกับช่วงคาบแรกที่ผ่านมาและเกิดเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ

ตำแหน่งซึ่งการกระจัดของอนุภาคของตัวกลางเป็นศูนย์ตลอดเวลา เรียกว่า **บัพ** เป็นตำแหน่งที่อนุภาคของตัวกลางอยู่นิ่ง และตำแหน่งซึ่งการกระจัดของอนุภาคของตัวกลางมีค่าสูงสุด เรียกว่า **ปฏิบัพ** เป็นตำแหน่งอนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งสมดุลมากที่สุดซึ่งอนุภาคที่ตำแหน่งนี้จะสั่นไปมาด้วยแอมพลิจูดสูงสุด โดยระยะระหว่างบัพหรือระยะระหว่างปฏิบัพที่อยู่ติดกันมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น ($\frac{\lambda}{2}$) และระยะระหว่างบัพกับปฏิบัพที่อยู่ติดกันมีค่าเป็นหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่น ($\frac{\lambda}{4}$)

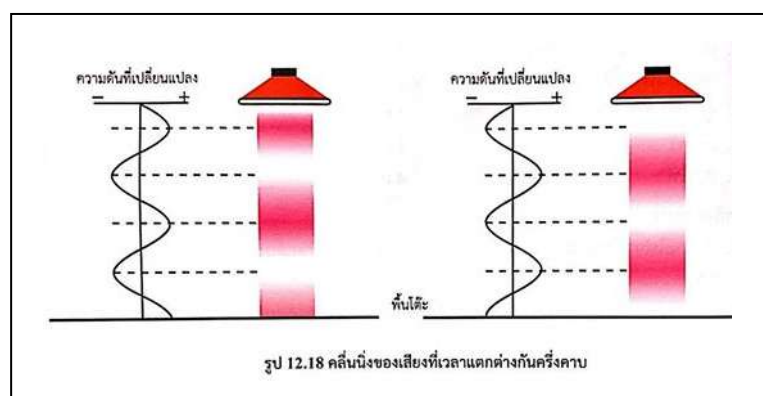
เนื่องจากคลื่นลัพท์ที่เกิดขึ้นจะมีตำแหน่งที่อยู่นิ่งตลอดเวลา (บัพ) และตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดตลอดเวลา (ปฏิบัพ) โดยมีบัพและปฏิบัพอยู่กับที่ คลื่นลัพท์นี้จึงไม่มีการเคลื่อนที่ไปตามการเคลื่อนที่ของคลื่นทั้งสอง ลักษณะของคลื่นลัพท์ที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า **คลื่นนิ่ง**

เราสามารถสังเกตการเกิดคลื่นนิ่งของคลื่นตามขวางในเส้นเชือกได้ง่ายกว่าการเกิดคลื่นนิ่งในเสียง โดยการลั่นเส้นเชือกที่ขึงตึงทั้งสองปลายด้วยความถี่การสั่นที่เหมาะสมดังรูป 12.17



รูป 12.17 คลื่นนิ่งในเส้นเชือกที่ขึงตึงที่ปลายทั้งสองด้าน

เมื่อเสียงจากลำโพงเคลื่อนที่ไปกระทบพื้นโต๊ะจะสะท้อน และเสียงที่สะท้อนจากพื้นโต๊ะนี้จะซ้อนทับกับเสียงที่ออกจากลำโพงโดยตรง ทำให้เกิดการแทรกสอดที่มีลักษณะเป็นคลื่นนิ่งได้ ดังรูป 12.18 โดยเราจะได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกันไป เมื่อได้ยินเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะ ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดัง แสดงว่า มีการเปลี่ยนแปลงความดันตลอดเวลา (ปฏิบัพความดัน) ส่วนตำแหน่งที่ได้ยินเสียงค่อย แสดงว่า ความดันปกติตลอดเวลา (บัพความดัน)



รูป 12.18 คลื่นนิ่งของเสียงที่เวลาแตกต่างกันครั้งคาบ

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาเฉพาะหน้า)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูให้ตัวอย่างการเกิดคลื่นนิ่งของคลื่นในเส้นเชือก โดยใช้รูป 12.17 ในหนังสือเรียน ครูเน้นว่า ณ ตำแหน่งบัพการกระจัดของคลื่นนิ่งในเส้นเชือก อนุภาคเส้นเชือกจะอยู่นิ่ง ส่วน ณ ตำแหน่งปฏิบัพการกระจัด อนุภาคเชือกจะสั่นด้วยแอมพลิจูดมากที่สุด และคลื่นนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่

1.2 ครูอภิปรายการซ้อนทับของคลื่นสองขบวนที่มีแอมพลิจูด ความถี่ และความยาวคลื่นเท่ากัน เคลื่อนที่ในทิศสวนทางกัน ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน โดยใช้รูป 12.16 ประกอบจนสรุปได้ว่า ณ ตำแหน่งบัพการกระจัดของคลื่นลัพท์ อนุภาคตัวกลางอยู่นิ่ง และ ณ ตำแหน่งปฏิบัพการกระจัด อนุภาคตัวกลางสั่นไปมาด้วยแอมพลิจูดสูงสุด เนื่องจากคลื่นลัพท์ที่เกิดขึ้นมีตำแหน่งบัพและตำแหน่งปฏิบัพอยู่กับที่ คลื่นลัพท์นี้จึงไม่มีการเคลื่อนที่ไปตามการเคลื่อนที่ของคลื่นทั้งสอง และเรียกว่า คลื่นนิ่ง

1.3 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) คลื่นนิ่งของเสียงสามารถเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกับคลื่นนิ่งในเส้นเชือกหรือไม่ และจะสังเกตได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคละเพศ คละความสามารถ
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมเรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง
- 2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด
- 2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์
- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอสรุปที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน
(<https://random.thaiware.com/>) หรือ โปรแกรม Super Soomm And Goomm

3.2 ครูน่านักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) เสียงที่ได้ยินจากการรับฟังเสียง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะมีความดังเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ เสียงที่ได้ยินมีความดังไม่เท่ากัน โดยได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกันไป)

3) เสียงดังและเสียงค่อยที่ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างพื้นโต๊ะกับลำโพงนั้นเกิดจากหลักการใด (แนวการตอบ หลักการการซ้อนทับของเสียง)

4) เสียงที่ออกจากลำโพงกับเสียงที่สะท้อนจากพื้นโต๊ะ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ใด และมีลักษณะอย่างไร (แนวการตอบ ปรากฏการณ์การแทรกสอด มีลักษณะเป็นคลื่นนิ่ง)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

1. เสียงดังและเสียงค่อยที่ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างพื้นโต๊ะกับลำโพงนั้นเกิดจากการซ้อนทับของเสียงที่ออกจากลำโพงกับเสียงที่สะท้อนจากพื้นโต๊ะ ทำให้เกิดปรากฏการณ์แทรกสอด มีลักษณะเป็นคลื่นนิ่ง

2. ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังมีการแทรกสอดแบบเสริมและตำแหน่งนั้นจะเป็นปฏิบัพของความดัน ส่วนตำแหน่งที่เสียงค่อยจะมีการแทรกสอดแบบหักล้างและตำแหน่งนั้นจะเป็น บัพของความดัน

3. ขณะที่เกิดคลื่นนิ่งของเสียง ระยะระหว่างบัพของความดันคู่หนึ่งที่อยู่ติดกันมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้ชวนคิด

1) ขณะที่เกิดคลื่นนิ่งของเสียง ระยะระหว่างบัพความดันคู่หนึ่งที่อยู่ติดกันมีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับความยาวคลื่นของคลื่นเสียง (ขณะที่เกิดคลื่นนิ่งของเสียง ระยะระหว่างบัพความดันคู่หนึ่งที่อยู่ติดกันมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียง เช่นเดียวกับการเกิดคลื่นนิ่งทั่วไป)

2) วางลำโพงหันหน้าเข้าหากำแพง ขณะที่ลำโพงให้เสียงออกมาอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอผู้ที่เดินในแนวระหว่างลำโพงกับกำแพงจะได้ยินเสียงที่มีความดังไม่สม่ำเสมอ ปรากฏการณ์นี้เกิดจากพฤติกรรมใดของเสียง (การแทรกสอดของเสียงระหว่างคลื่นที่ออกจากลำโพง และคลื่นที่สะท้อนจากกำแพง)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

8.5 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเกิดคลื่นนิ่งของเสียง	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรมเรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง	1) นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองการเกิดคลื่นนิ่งของเสียงได้	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรมเรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง	1) นักเรียนสามารถบันทึกผลการทำกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	บันทึกผลกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลกิจกรรมค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกผลกิจกรรมได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 8 เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 8 เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)
นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
โรงเรียนสตรีศึกษา
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

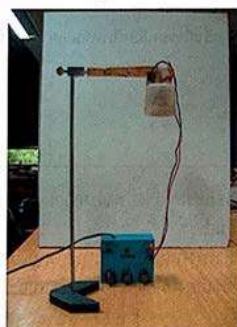
ศึกษาคลื่นนิ่งของเสียง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ชุดขาตั้งพร้อมตัวยึด | 1 | ชุด |
| 3) ชุดท่อรับฟังเสียง | 1 | ชุด |
| 4) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 4 | เส้น |

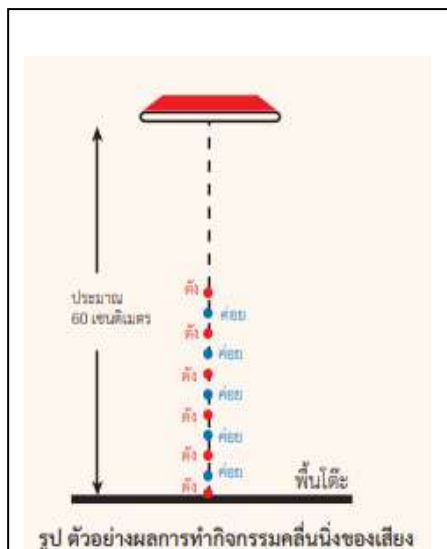
4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพงทำให้เกิดเสียงความถี่ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ปรับความดังของเสียงให้ดังชัดเจน
- 2) ยึดลำโพงกับขาตั้งโดยปรับให้ลำโพงอยู่เหนือพื้นโต๊ะประมาณ 60 เซนติเมตร ดังรูป



- 3) จากนั้นใช้ชุดท่อรับฟังเสียงสังเกตเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ในแนวตั้งระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะ

5. ผลการทำการทดลอง



6. คำถามท้ายการทดลอง

1) เสียงที่ได้ยิน จากการรับฟังเสียง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะมีความดังเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

7. สรุปผลการทดลอง

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

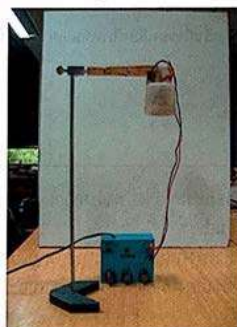
ศึกษาคลื่นนิ่งของเสียง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ชุดขาตั้งพร้อมตัวยึด | 1 | ชุด |
| 3) ชุดท่อรับฟังเสียง | 1 | ชุด |
| 4) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

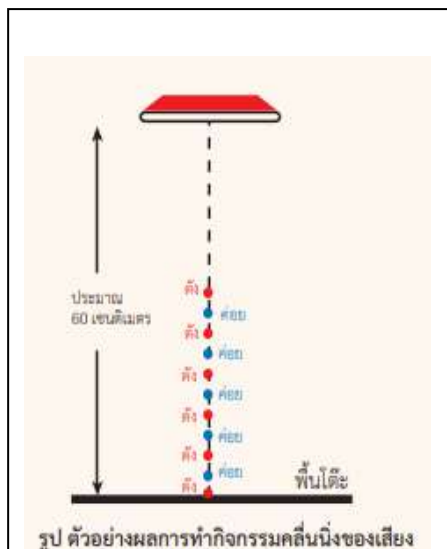
- 1) ต่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพงทำให้เกิดเสียงความถี่ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ปรับความดังของเสียงให้ดังชัดเจน
- 2) ยึดลำโพงกับขาตั้งโดยปรับให้ลำโพงอยู่เหนือพื้นโต๊ะประมาณ 60 เซนติเมตร ดังรูป



- 3) จากนั้นใช้ชุดท่อรับฟังเสียงสังเกตเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ในแนวตั้งระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะ

5. ผลการทำการทดลอง

ผลการได้ยินเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะ ดังรูป เสียงที่ได้ยินมีความดังไม่เท่ากัน โดยได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกันไป



6. คำถามท้ายการทดลอง

1) เสียงที่ได้ยิน จากการรับฟังเสียง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ระหว่างลำโพงกับพื้นโต๊ะมีความดังเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ เสียงที่ได้ยินมีความดังไม่เท่ากัน โดยได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกันไป

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เสียงดังและเสียงค่อยที่ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างพื้นโต๊ะกับลำโพงนั้นเกิดจากการซ้อนทับของเสียงที่ออกจากลำโพงกับเสียงที่สะท้อนจากพื้นโต๊ะ ทำให้เกิดปรากฏการณ์แทรกสอด มีลักษณะเป็นคลื่นนิ่ง ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังมีการแทรกสอดแบบเสริมและตำแหน่งนั้นจะเป็นปฏิปักษ์ของความดัน ส่วนตำแหน่งที่เสียงค่อยจะมีการแทรกสอดแบบหักล้างและตำแหน่งนั้นจะเป็น บัพของความดัน และขณะที่เกิดคลื่นนิ่งของเสียง ระยะระหว่างบัพของความดันคู่หนึ่งที่อยู่ติดกันมีค่าเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้านและการวัดความยาวคลื่นของเสียงในอากาศ

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางเสียง ได้แก่ คลื่นนิ่ง การสั่นพ้อง บีต (beats) ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) คลื่นนิ่งของเสียงเกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวนเคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตลอดเวลา ตามตำแหน่งปฏิบัติความดัน-บัพความดัน ตามลำดับ โดยสองตำแหน่งที่มีเสียงดังถัดกัน หรือมีเสียงค่อยถัดกัน มีระยะห่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

การสั่นพ้องของเสียงเกิดจากลำอากาศในท่อถูกทำให้สั่นด้วยเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของลำอากาศในท้อลำอากาศจะสั่นมากที่สุด และได้ยินเสียงดังที่สุด ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า **ความถี่สั่นพ้อง** หรือ **ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)** สำหรับท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน ความถี่สั่นพ้องมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำอากาศในท่อ ตามสมการ

บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกัน เล็กน้อย ให้ได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยินเสียงของการบีต เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า **ความถี่บีต (beat frequency)** ซึ่งหาได้จาก

$$f_n = \frac{nv}{4L}$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพัทธ์กัน

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้หน้าคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิด**คลื่นกระแทก (shock wave)** และเรียกหน้าคลื่นว่า **หน้าคลื่นกระแทก** โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูง ทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า **ซอ닉บูม (sonic boom)** โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทยธรณีวิทยา อุตสาหกรรม

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การสั่นพ้องของอากาศในท่อ เมื่อทำให้วัตถุสั่นอย่างอิสระ วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติค่าหนึ่ง หากวัตถุถูกกระตุ้นด้วยความถี่เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้นอย่างต่อเนื่อง วัตถุก็จะเกิดการสั่นพ้อง หรือ **เรโซแนนซ์** และเรียกความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องนี้ว่า **ความถี่การสั่นพ้อง หรือ ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)**

ถ้าพิจารณาลำอากาศที่อยู่ในท่อที่มีปลายปิดหนึ่งด้าน เมื่ออนุภาคของอากาศในท่อนี้ถูกกระตุ้นจะสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติค่าหนึ่ง หากเรากระตุ้นอนุภาคอากาศในท่อให้สั่นด้วยเสียงความถี่ต่างๆ เมื่อปรับความยาวของลำอากาศในท่อ ทำให้เกิดการสั่นพ้องของลำอากาศในท่อได้

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาเฉพาะหน้า)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้ที่เรียนในคาบที่แล้ว เรื่อง คลื่นนิ่งของเสียง

1.2 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง และกิจกรรม 8.3 ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้องของวัตถุ ที่ได้ศึกษามาแล้วในบทที่ 8 โดยใช้รูปการจัดวางอุปกรณ์ประกอบ ดังรูป 12.7 พร้อมทั้งคำถามให้นักเรียนตอบ



รูป 12.7 การจัดวางอุปกรณ์การทำกิจกรรม 8.3

1) เมื่อแกว่งลูกตุ้มขนาดใหญ่ การแกว่งของลูกตุ้มขนาดเล็กเป็นอย่างไร โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน จนสรุปได้ว่า

ลูกตุ้มขนาดเล็กทุกลูกมีการแกว่ง โดยลูกตุ้มขนาดเล็กที่ผูกด้วยเชือกที่มีความยาวเท่ากับ ความยาวของเชือกที่ผูกลูกตุ้มขนาดใหญ่ มีแอมพลิจูดกว้างกว่าลูกตุ้มลูกอื่น ๆ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสั่นพ้อง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกกระตุ้นให้สั่นหรือแกว่งด้วยความถี่ที่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น ความถี่นี้เรียกว่า ความถี่สั่นพ้อง

1.3 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) หากวัตถุถูกกระตุ้นด้วยความถี่เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ วัตถุก็จะเกิดการสั่นพ้อง ปรากฏการณ์เดียวกันนี้สามารถเกิดขึ้นกับลำอากาศในท่อที่ถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงได้หรือไม่ (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

2) จากความรู้ที่ว่าวัตถุต่าง ๆ มีความถี่ธรรมชาติและเกิดการสั่นพ้องได้ อากาศซึ่งเป็นตัวกลางของคลื่นเสียงจะมีความถี่ธรรมชาติและเกิดการสั่นพ้องได้หรือไม่ และการสั่นพ้องของอากาศแสดงให้เราทราบในรูปแบบอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคละเพศ คละความสามารถ

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์ และใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง

2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด

2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอสรุปที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปราย กิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์ เพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ ความดังของเสียงที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกัน โดยจะได้ยินเสียงดังค่อยสลับกัน)

3) เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไปตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังมีความสัมพันธ์กับความถี่อย่างไร (แนวการตอบ ความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังเปลี่ยนไป มีความสัมพันธ์กับความถี่โดยความถี่ของเสียงเพิ่มขึ้น ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังจะใกล้ปากหลอดยิ่งขึ้น และระยะทางที่ได้ยินเสียงดังถดถอยจะลดลง)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

1. ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปตำแหน่งต่าง ๆ จะแตกต่างกันบางตำแหน่ง เสียงค่อย บางตำแหน่งเสียงดัง ตำแหน่งของลูกสูบที่ทำให้ได้ยินเสียงดังที่สุดมีหลายตำแหน่งขึ้นอยู่กับความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียงที่ใช้

2. เมื่อลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งหนึ่ง จะได้ยินเสียงดังที่สุดนั้น เนื่องจากความถี่ของเสียงจากลำโพง มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของลำอากาศในหลอดพอดีเป็นผลให้อนุภาคอากาศสั่นแรงที่สุด ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า การสั่นพ้องของเสียง

3.4 ครูนำนักเรียนอภิปราย กิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง เพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง โดยตำแหน่งทั้งสองอยู่ถัดกันจะเปลี่ยนไปหรือไม่ เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป (แนวการตอบ ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบเปลี่ยนไป)

3) ระยะเฉลี่ยระหว่างตำแหน่งของลูกสูบ ขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้งถัดกันกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียงที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 มีค่าเท่ากันหรือไม่ (แนวการตอบ มีค่าเท่ากัน (โดยประมาณ))

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

1. ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบที่อยู่ถัดกัน เมื่อได้ยินเสียงดังที่สุดจะมีค่าเปลี่ยนไป ถ้าความถี่เปลี่ยนไป

2. เปรียบเทียบความยาวคลื่นที่ได้จากการคำนวณในตอนที่ 1 กับการหาโดยการสั่นพ้องของเสียงเมื่อความถี่เท่ากันจะได้ว่า ระยะระหว่างลูกสูบที่อยู่ถัดกันเมื่อได้ยินเสียงดังเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียง

ขั้นที่ 4 ขันขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน และการเกิดการสั่นพ้องครั้งที่สองในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน ในหนังสือเรียน หน้า 43 - 44

ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์

8.2 ใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง

8.3 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.4 ห้องสมุด

8.5 อินเทอร์เน็ต

8.6 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์

8.7 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเกิดคลื่นนิ่งของเสียง	1) ตรวจใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์ 2) ตรวจใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์ 3) ใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง	1) นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองการเกิดคลื่นนิ่งของเสียงได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการ	1) นักเรียนสามารถบันทึกผลการทำกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

	2) ตรวจใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลอง การวัดความยาวคลื่น เสียง	สันฟุ้งของอากาศใน หลอดเรโซแนนซ์ 3) ใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการ วัดความยาวคลื่น เสียง	
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและ เป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลอง การสันฟุ้งของอากาศ ในหลอดเรโซแนนซ์ 2) ตรวจใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลอง การวัดความยาวคลื่น เสียง	1) แบบประเมินการ ทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระ งานที่ได้รับมอบหมาย ได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การสันฟุ้งของอากาศในท่อ

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้าน กระบวนการ (P)	3	บันทึกผลกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลกิจกรรมค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกผลกิจกรรมได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 9 เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 9 เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาร)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

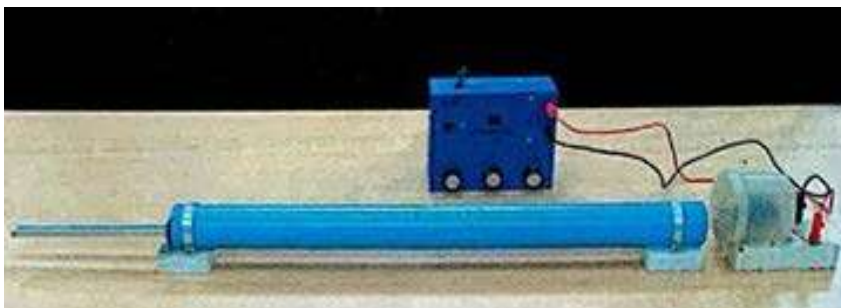
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับตำแหน่งของการสั่นพ้องกับเสียงที่เกิดจากท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|--|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) หลอดเรโซแนนซ์ | 1 | ชุด |
| (ท่อปลายปิดหนึ่งด้านที่ปรับความยาวของลำอากาศในท่อ) | | |
| 4) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อลำโพงกับเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง และนำลำโพงไปวางใกล้กับปลายหลอด ด้านที่เปิดของหลอดเรโซแนนซ์ ดังรูป



- 2) ปรับความถี่ของเสียงเป็น 1 กิโลเฮิรตซ์ พร้อมทั้งปรับความดังของเสียงให้พอเหมาะ
- 3) เลื่อนลูกสูบของหลอดเรโซแนนซ์มาชิดปลายหลอดด้านที่วางลำโพงเสียงแล้วเลื่อนลูกสูบออกจากลำโพงช้าๆ จนได้ยินเสียงดังที่สุด และบันทึกตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังที่สุดนั้น
- 4) ทำซ้ำข้อ 2-3 แต่เปลี่ยนความถี่ของเสียงเป็น 2 และ 3 กิโลเฮิรตซ์ ตามลำดับ

5. ผลการทำการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการสั่นพ้องของอากาศในท่อเรโซแนนซ์

ความถี่เสียง (kHz)	ตำแหน่งจากปากหลอดที่ได้ยินเสียงดัง (cm)		
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3
1			
2			
3			

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

.....

2) เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไปตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังมีความสัมพันธ์กับความถี่อย่างไร

ตอบ

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

ศึกษาวิธีการวัดความยาวคลื่นเสียงโดยอาศัยปรากฏการณ์การสั่นพ้องของเสียง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง	1	เครื่อง	4) สายไฟ	4	เส้น
2) ลำโพง	1	ตัว	5) เทอร์มอมิเตอร์	1	อัน
3) หลอดเรโซแนนซ์	1	ชุด			

4. วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

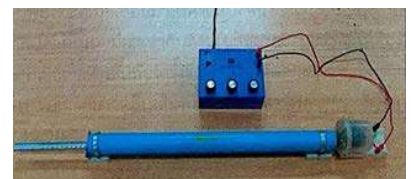
- 1) ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น คำนวณอัตราเร็วเสียงในอากาศโดยใช้ความสัมพันธ์

$$v = 331 + 0.6T_c$$

- 2) นำอัตราเร็วเสียงที่ได้มาคำนวณหาความยาวคลื่นเสียงในอากาศ เมื่อความถี่ของเสียงเท่ากับความถี่เสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง คือ 1,2 และ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ตามลำดับ บันทึกความยาวคลื่นเสียงเมื่อความถี่ของเสียงมีค่าต่างๆ กัน

ตอนที่ 1

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเข้ากับลำโพง นำลำโพงไปวางชิดกับปลายข้างหนึ่งของหลอดเรโซแนนซ์ ดังรูป



- 2) หมุนปุ่มปรับความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงไปที่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ พร้อมทั้งปรับความดังให้เหมาะสม

3) เลื่อนลูกสูบมาชิดกับปลายหลอดเรโซแนนซ์ด้านที่อยู่ใกล้กับลำโพง แล้วเลื่อนลูกสูบออกช้าๆ จนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดบันทึกตำแหน่ง x_1 ของลูกสูบที่ห่างจากปลายหลอดเรโซแนนซ์

4) ค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออกไปอีก จนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดเป็นครั้งที่ 2 บันทึกตำแหน่ง ค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออกไปอีกจนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดเป็นครั้งที่ 3,4....บันทึกตำแหน่ง $x_3, x_4, \dots$

5) หาระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบที่ได้ยินเสียงดังที่สุดสองตำแหน่งที่อยู่ติดกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยของระยะดังกล่าว บันทึกผลการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเป็น 2 และ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ตามลำดับ แล้วบันทึกผล

5. ผลการทำการทดลอง

ตอนที่ 1 ความยาวคลื่นของเสียงจากการคำนวณ

อุณหภูมิของอากาศขณะที่ทำ การทดลอง _____ °C
อัตราเร็วของเสียงในอากาศ $v = 331 + 0.6T_c$

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง ตอนที่ 1

ความถี่เสียง (kHz)	ความยาวคลื่นเสียง $\lambda = \frac{v}{f}$ (cm)	$\frac{\lambda}{2}$ (cm)
1000		
2000		
3000		

ตอนที่ 2 ความยาวคลื่นของเสียงจากการสั่นพ้อง

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง ตอนที่ 2

ความถี่ (Hz)	ตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้อง			ระยะห่างของลูกสูบขณะเกิด การสั่นพ้อง 2 ครั้งติดกัน		ค่าเฉลี่ย (cm)
	x_1 (cm)	x_2 (cm)	x_3 (cm)	$x_2 - x_1$ (cm)	$x_3 - x_2$ (cm)	
1000						
2000						
3000						

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง โดยตำแหน่งทั้งสองอยู่ติดกันจะเปลี่ยนไปหรือไม่ เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป

ตอบ

2) ระยะเฉลี่ยระหว่างตำแหน่งของลูกสูบ ขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้งติดกันกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียงที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 มีค่าเท่ากันหรือไม่

ตอบ

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม 12.2 เรื่อง การทดลองการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

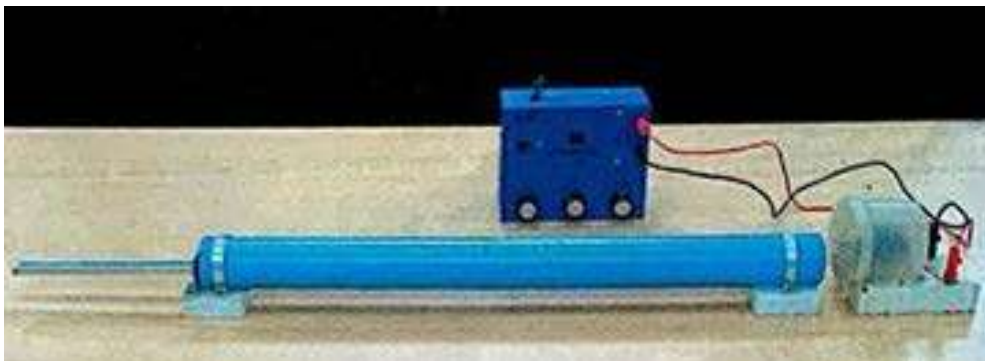
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับตำแหน่งของการสั่นพ้องกับเสียง ที่เกิดจากท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|--|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) หลอดเรโซแนนซ์ | 1 | ชุด |
| (ท่อปลายปิดหนึ่งด้านที่ปรับความยาวของลำอากาศในท่อ) | | |
| 4) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อลำโพงกับเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง และนำลำโพงไปวางใกล้กับปลายหลอด ด้านที่เปิดของหลอดเรโซแนนซ์ ดังรูป



- 2) ปรับความถี่ของเสียงเป็น 1 กิโลเฮิร์ตซ์ พร้อมทั้งปรับความดังของเสียงให้พอเหมาะ
- 3) เลื่อนลูกสูบของหลอดเรโซแนนซ์มาชิดปลายหลอดด้านที่วางลำโพงเสียงแล้วเลื่อนลูกสูบออกจากลำโพงช้าๆ จนได้ยินเสียงดังที่สุด และบันทึกตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังที่สุดนั้น
- 4) ทำซ้ำข้อ 2-3 แต่เปลี่ยนความถี่ของเสียงเป็น 2 และ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ตามลำดับ

5. ผลการทำการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการสั่นพ้องของอากาศในท่อเรโซแนนซ์

ความถี่เสียง (kHz)	ตำแหน่งจากปากหลอดที่ได้ยินเสียงดัง (cm)		
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3
1	8.62	26.01	43.15
2	4.30	13.00	21.63
3	2.86	8.70	14.30

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ความดังของเสียงที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกัน โดยจะได้ยินเสียงดังค่อยสลับกัน

2) เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไปตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังมีความสัมพันธ์กับความถี่อย่างไร

ตอบ ความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังเปลี่ยนไป มีความสัมพันธ์กับความถี่โดยความถี่ของเสียงเพิ่มขึ้น ตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังจะใกล้ปากหลอดยิ่งขึ้น และระยะห่างที่ได้ยินเสียงดังติดกันจะลดลง

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปตำแหน่งต่าง ๆ จะแตกต่างกันบางตำแหน่งเสียงค่อย บางตำแหน่งเสียงดัง ตำแหน่งของลูกสูบที่ทำให้ได้ยินเสียงดังที่สุดมีหลายตำแหน่งขึ้นอยู่กับความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียงที่ใช้ เมื่อลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งหนึ่ง จะได้ยินเสียงดังที่สุดนั้น เนื่องจากความถี่ของเสียงจากลำโพง มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของลำอากาศในหลอดพอดีเป็นผลให้อนุภาคอากาศสั่นแรงที่สุด ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า การสั่นพ้องของเสียง

เฉลยใบกิจกรรม 12.3 เรื่อง การทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

ศึกษาวิธีการวัดความยาวคลื่นเสียงโดยอาศัยปรากฏการณ์การสั่นพ้องของเสียง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง	1	เครื่อง	4) สายไฟ	4	เส้น
2) ลำโพง	1	ตัว	5) เทอร์มอมิเตอร์	1	อัน
3) หลอดเรโซแนนซ์	1	ชุด			

4. วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

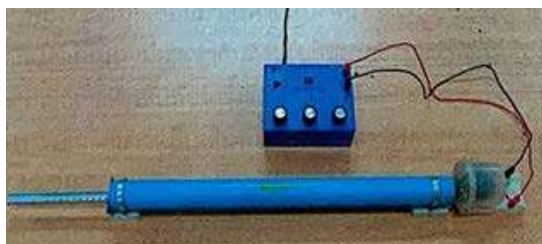
- 1) ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น คำนวณอัตราเร็วเสียงในอากาศโดยใช้ความสัมพันธ์

$$v = 331 + 0.6T_c$$

- 2) นำอัตราเร็วเสียงที่ได้มาคำนวณหาความยาวคลื่นเสียงในอากาศ เมื่อความถี่ของเสียงเท่ากับความถี่เสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง คือ 1,2 และ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ตามลำดับ บันทึกความยาวคลื่นเสียงเมื่อความถี่ของเสียงมีค่าต่างๆ กัน

ตอนที่ 1

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเข้ากับลำโพง นำลำโพงไปวางชิดกับปลายข้างหนึ่งของหลอดเรโซแนนซ์ ดังรูป



- 2) หมุนปุ่มปรับความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงไปที่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ พร้อมทั้งปรับความดังให้เหมาะสม

- 3) เลื่อนลูกสูบมาชิดกับปลายหลอดเรโซแนนซ์ด้านที่อยู่ใกล้กับลำโพง แล้วเลื่อนลูกสูบออกช้าๆ จนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดบันทึกตำแหน่ง x_1 ของลูกสูบที่ห่างจากปลายหลอดเรโซแนนซ์
- 4) ค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออกไปอีก จนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดเป็นครั้งที่ 2 บันทึกตำแหน่ง ค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออกไปอีกจนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดเป็นครั้งที่ 3, 4.... บันทึกตำแหน่ง $x_3, x_4, \dots$
- 5) หาระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบที่ได้ยินเสียงดังที่สุดสองตำแหน่งที่อยู่ติดกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยของระยะดังกล่าว บันทึกผลทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเป็น 2 และ 3 กิโลเฮิรตซ์ ตามลำดับ

5. ผลการทำการทดลอง

ตอนที่ 1 ความยาวคลื่นของเสียงจากการคำนวณ

อุณหภูมิของอากาศขณะที่ทำ การทดลอง 28 °C

อัตราเร็วของเสียงในอากาศ $v = 331 + 0.6T_c$

$$v = 331 + 0.6(28) = 331 + 16.8 = 348 \text{ m/s}$$

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง ตอนที่ 1

ความถี่เสียง (kHz)	ความยาวคลื่นเสียง $\lambda = \frac{v}{f}$ (cm)	$\frac{\lambda}{2}$ (cm)
1000	34.8	17.4
2000	17.4	8.7
3000	11.6	5.8

ตอนที่ 2 ความยาวคลื่นของเสียงจากการสั่นพ้อง

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง ตอนที่ 2

ความถี่ (Hz)	ตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้อง			ระยะห่างของลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้อง 2 ครั้งติดกัน		ค่าเฉลี่ย (cm)
	x_1 (cm)	x_2 (cm)	x_3 (cm)	$x_2 - x_1$ (cm)	$x_3 - x_2$ (cm)	
1000	8.5	26.5	-	18.0	-	18.0
2000	4.5	13.5	22.0	9.0	8.5	8.3
3000	2.9	8.5	14.0	5.6	5.5	5.6

6. คำถามท้ายการทดลอง

- 1) ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง โดยตำแหน่งทั้งสองอยู่ติดกันจะเปลี่ยนไปหรือไม่ เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป

ตอบ ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบเปลี่ยนไป

- 2) ระยะเฉลี่ยระหว่างตำแหน่งของลูกสูบ ขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้งติดกันกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียงที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 มีค่าเท่ากันหรือไม่

ตอบ มีค่าเท่ากัน (โดยประมาณ)

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบที่อยู่ติดกัน เมื่อได้ยินเสียงดังที่สุดจะมีค่าเปลี่ยนไป
ถ้าความถี่เปลี่ยนไป เปรียบเทียบความยาวคลื่นที่ได้จากการคำนวณในตอนที่ 1 กับการหาโดยการสั้นพ้องของเสียงเมื่อ
ความถี่เท่ากันจะได้ว่า ระยะระหว่างลูกสูบที่อยู่ติดกันเมื่อได้ยินเสียงดังเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ (ต่อ)

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางเสียง ได้แก่ คลื่นนิ่ง การสั่นพ้อง บีต (beats) ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) คลื่นนิ่งของเสียงเกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวนเคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตลอดเวลา ตามตำแหน่งปฏิบัพความดัน-บัพความดัน ตามลำดับ โดยสองตำแหน่งที่มีเสียงดังถัดกัน หรือมีเสียงค่อยถัดกัน มีระยะห่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

การสั่นพ้องของเสียงเกิดจากลำอากาศในท่อถูกทำให้สั่นด้วยเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของลำอากาศในท้อลำอากาศจะสั่นมากที่สุด และได้ยินเสียงดังที่สุด ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า **ความถี่สั่นพ้อง** หรือ **ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)** สำหรับท่อปลายปิดหนึ่งด้าน ความถี่สั่นพ้องมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำอากาศในท่อ ตามสมการ

บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกัน เล็กน้อย ให้ได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยินเสียงของการบีต เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า **ความถี่บีต (beat frequency)** ซึ่งหาได้จาก

$$f_n = \frac{nv}{4L}$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้หน้าคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิด**คลื่นกระแทก (shock wave)** และเรียกหน้าคลื่นว่า **หน้าคลื่นกระแทก** โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูง ทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า ซอนิกบูม (sonic boom) โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทยธรณีวิทยา อุตสาหกรรม

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

การสั่นพ้องครั้งแรกเกิดขึ้นเมื่อลำอากาศในท่อมีความยาว $L = \frac{\lambda}{4}$ และการสั่นพ้องครั้งที่สองเกิดขึ้นเมื่อลำอากาศในท่อมีความยาว $L = \frac{3\lambda}{4}$ จาก $v = f\lambda$ จะได้

การสั่นพ้องครั้งแรก $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4L}$

การสั่นพ้องครั้งที่สอง $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3v}{4L}$

ถ้าให้ f_1 เป็นความถี่ต่ำสุดที่เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า ความถี่มูลฐาน ความถี่การสั่นพ้องถัดๆ ไปมีค่าสูงขึ้นเป็น $3f_1, 5f_1, 7f_1, \dots$ ตามลำดับ สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การสั่นพ้องกับความยาวของลำอากาศในท่อปลายปิดหนึ่งด้านได้ดังสมการ

$$f_n = \frac{nv}{4L}$$

โดย f_n คือ ความถี่การสั่นพ้องซึ่งเป็น เท่าของความถี่มูลฐาน

n คือ จำนวนคี่เท่า มีค่าเป็น 1, 3, 5, ...

v คือ อัตราเร็วเสียงในอากาศ

L คือ ความยาวของลำอากาศในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน

จะเห็นว่า ความถี่การสั่นพ้องในท่อปลายปิดหนึ่งด้านจะมีค่าเป็นจำนวนคี่เท่าของความถี่มูลฐาน

5.2 กระบวนการ

1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)

2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)

- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนผลการทดลองในกิจกรรม 12.2 และ 12.3 ที่ผ่านมา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง การสั่นพ้องครั้งแรก และการสั่นพ้องครั้งที่สอง ในหนังสือเรียน หน้า 46 แล้วสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึก

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอผลการสืบค้นของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) การสั่นพ้องครั้งแรกเกิดขึ้นเมื่อลำอากาศในท่อมีความยาวเป็นเท่าใด (แนวการตอบ

$$L = \frac{\lambda}{4})$$

2) การสั่นพ้องครั้งที่สองเกิดขึ้นเมื่อลำอากาศในท่อมีความยาว (แนวการตอบ $L = \frac{3\lambda}{4}$)

3) การสั่นพ้องครั้งแรกเกิดขึ้นเมื่อลำอากาศในท่อมีความยาว $L = \frac{\lambda}{4}$

อยากทราบว่าความถี่เป็นเท่าใด (แนวการตอบ $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4L}$)

4) การสั่นพ้องครั้งที่สองเกิดขึ้นเมื่อลำอากาศในท่อมีความยาว $L = \frac{3\lambda}{4}$

อยากทราบว่าความถี่เป็นเท่าใด (แนวการ $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3v}{4L}$)

5) สมการความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การสั่นพ้องกับความยาวของลำอากาศในท่อปลาย

ปิดหนึ่งด้าน (แนวการตอบ $f_n = \frac{nv}{4L}$)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายตัวอย่างโจทย์ปัญหา ในหนังสือเรียน หน้า 46 – 47

ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนส่งสมุดบันทึก เรื่อง การสั่นพ้องครั้งแรก และการสั่นพ้องครั้งที่สอง
- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 12.3 ข้อ 1, 6
- 5.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท ข้อ 10

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน	1) ตรวจสอบสมุดบันทึก	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายปิดหนึ่งด้าน	1) ตรวจสอบแบบฝึกหัด	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบสมุดบันทึก 2) ตรวจสอบแบบฝึกหัด	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การสนัฟ้องครั้งแรก และการสนัฟ้องครั้งที่สอง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 4-5 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1-3 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การสั่นพ้องครั้งแรก และการสั่นพ้องครั้งที่สอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การสั่นพ้องครั้งแรก และการสั่นพ้องครั้งที่สอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 10 เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ (ต่อ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 10 เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในท่อ (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

เรื่อง การบีตส์ของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

-3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีตส์ คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการเกิดบีตส์ได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองอธิบายการเกิดบีตส์ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางเสียง ได้แก่ คลื่นนิ่ง การสั่นพ้อง บีตส์ (beats) ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) คลื่นนิ่งของเสียงเกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวนเคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตลอดเวลา ตามตำแหน่งปฏิบัพความดัน-บัพความดัน ตามลำดับ โดยสองตำแหน่งที่มีเสียงดังถัดกัน หรือมีเสียงค่อยถัดกัน มีระยะห่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

การสั่นพ้องของเสียงเกิดจากลำอากาศในท่อถูกทำให้สั่นด้วยเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของลำอากาศในท่อลำอากาศจะสั่นมากที่สุด และได้ยินเสียงดังที่สุด ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า **ความถี่สั่นพ้อง** หรือ **ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)** สำหรับท่อปลายปิดหนึ่งด้าน ความถี่สั่นพ้องมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำอากาศในท่อ ตามสมการ

บีตส์ของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกัน เล็กน้อย ให้อินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยินเสียงของการบีตส์ เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิร์ตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า **ความถี่บีตส์ (beat frequency)** ซึ่งหาได้จาก

$$f_b = \frac{nv}{4L}$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้น้ำคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิด**คลื่นกระแทก (shock wave)** และเรียกน้ำคลื่นว่า **น้ำคลื่นกระแทก** โดยน้ำคลื่นกระแทกมีพลังงานสูง ทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะน้ำคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า **ซอ닉บูม (sonic boom)** โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำ ไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทย์ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม

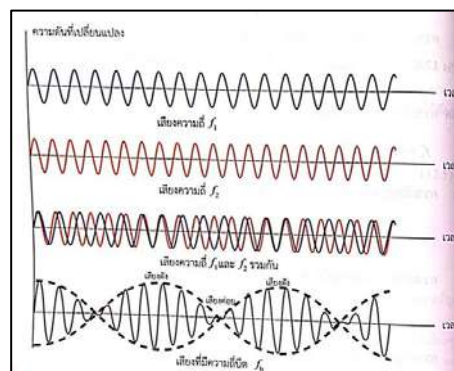
5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

เมื่อคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดปรากฏการณ์ที่อินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว เรียกว่า **บีตส์ (beats)** โดยจำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังค่อยในหนึ่งวินาที เรียกว่า **ความถี่บีตส์ (beat frequency)** ซึ่งหาได้จากผลต่างของความถี่ของคลื่นเสียงทั้งสอง

$$f_b = |f_1 - f_2|$$

บีตส์เกิดจากการรวมกันของคลื่นที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย เช่น การรวมกันของคลื่นเสียงที่มีความถี่ f_1, f_2 เป็นเสียงซึ่งมีความถี่บีตส์ f_b แสดงดังรูป 12.22



รูป 12.22 การรวมกันระหว่างคลื่นจากแหล่งกำเนิดสองแหล่ง เป็นผลให้เกิดเสียงบีตส์

ถ้าความถี่จากแหล่งกำเนิดทั้งสองต่างกันน้อย เสียงบีตส์ที่อินจะเป็นจังหวะช้าๆ แต่ถ้าความถี่จากแหล่งกำเนิดทั้งสองต่างกันมาก เสียงบีตส์ที่อินจะเป็นจังหวะเร็วขึ้น โดยปกติ หูของเราสามารถจำแนกเสียงบีตส์ที่อินเป็นจังหวะที่มีความถี่ไม่เกิน 7 เฮิร์ตซ์

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการแทรกสอดของเสียงว่า เมื่อคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่เท่ากัน เคลื่อนที่มาพบกันจะซ้อนทับกันและเกิดการแทรกสอด

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) ถ้าคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกัน เคลื่อนที่มาพบกัน เสียงที่ได้ยินจะเป็นอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

2) เมื่อเสียงบีตส์มีความถี่ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ เสียงบีตส์ที่ได้ยินจะเป็นอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยแต่ละเพศ ละครความสามารถ

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมเรื่อง การบีตส์ของเสียง

2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด

2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอสรุปที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) เสียงความถี่ f_1 และ f_2 แตกต่างกันอย่างใด (แนวคำตอบ แตกต่างกันเล็กน้อย จะเป็นเสียงดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะ)

2) เมื่อเสียงความถี่ f_1 และ f_2 มาซ้อนทับกันจะได้เสียงเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ เสียงดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะ)

3) เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียวกับเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างใด (แนวการตอบ เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียวจะเป็นเสียงดังสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน ส่วนเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย จะเป็นเสียงดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะ)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

1. เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียว จะเป็นเสียงดังสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน ส่วนเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย จะเป็นเสียงดังและเสียงค่อยสลับกันเป็นจังหวะ เนื่องจากคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดทั้งสองรวมกันทำให้เกิดเสียงบีตส์

2. ปกติมนุษย์จะสามารถจำแนกเสียงบีตส์ที่ได้ยินเป็นจังหวะซึ่งมีความถี่ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายโจทย์ตัวอย่าง ในหนังสือเรียน หน้า 50 - 51

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

8.5 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง การบีตส์ของเสียง

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเกิดบีตส์ได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง	1) แบบประเมิน กิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของ เสียง	1) นักเรียนสามารถ สรุปผลการทดลองได้ ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองอธิบายการเกิดบีตส์ได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง	1) แบบประเมิน กิจกรรม	1) นักเรียนสามารถ บันทึกผลการทำ

		2) ใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของ เสียง	กิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและ เป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง	1) แบบประเมิน กิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระ งานที่ได้รับมอบหมาย ได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้าน กระบวนการ (P)	3	บันทึกผลกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลกิจกรรมค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกผลกิจกรรมได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การบิตส์ของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การบิตส์ของเสียง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 11 เรื่อง การบีบอัดของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง
แผนการสอนที่ 11 เรื่อง การบีบอัดของเสียง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การบีตส์ของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

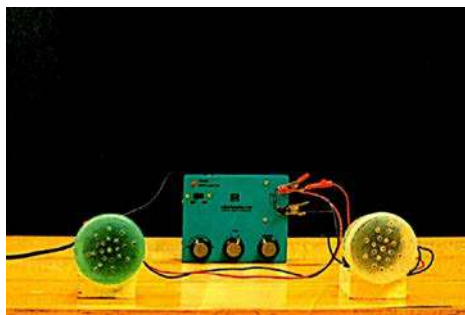
ศึกษาผลของการซ้อนทับระหว่างคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 2 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง โดยต่อลักษณะเดียวกันเป็น 2 ชุด ดังรูป



- 2) หมุนปุ่มเลือกความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทั้งสองไปที่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ปรับความดังของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทั้งสองให้พอเหมาะและเท่ากัน
- 3) ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับความถี่อย่างละเอียดของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงตัวใดตัวหนึ่งให้มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยแล้วรับฟังเสียงที่ด้านหน้าของลำโพงทั้ง 2 ตัว
- 4) หลังจากนั้นปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงตัวใดตัวหนึ่ง แล้วรับฟังเสียงจากลำโพงที่เหลือเปรียบเทียบกับเสียงที่ได้ยินจากลำโพงทั้งสองตัว

5. ผลการทำการทดลอง

.....

.....

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียวกับเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง การบิตส์ของเสียง

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

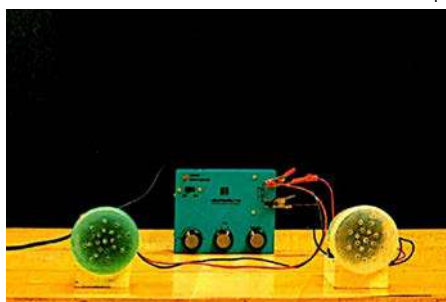
ศึกษาผลของการซ้อนทับระหว่างคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 2 | เครื่อง |
| 2) ลำโพง | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟ | 4 | เส้น |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงกับลำโพง โดยต่อลักษณะเดียวกันเป็น 2 ชุด ดังรูป



- 2) หมุนปุ่มเลือกความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทั้งสองไปที่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ปรับความดังของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทั้งสองให้พอเหมาะและเท่ากัน
- 3) ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับความถี่อย่างละเอียดของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงตัวใดตัวหนึ่งให้มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยแล้วรับฟังเสียงที่ด้านหน้าของลำโพงทั้ง 2 ตัว
- 4) หลังจากนั้นปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงตัวใดตัวหนึ่ง แล้วรับฟังเสียงจากลำโพงที่เหลือเปรียบเทียบกับเสียงที่ได้ยินจากลำโพงทั้งสองตัว

5. ผลการทำการทดลอง

เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยจะเป็นเสียงที่ดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะคงตัว

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียวกับเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียวจะเป็นเสียงดังสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน ส่วนเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย จะเป็นเสียงดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะ

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียว จะเป็นเสียงดังสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน ส่วนเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย จะเป็นเสียงดังและเสียงค่อยสลับกันเป็นจังหวะเนื่องจากคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดทั้งสองรวมกันทำให้เกิดเสียงบีตส์ ปกติมนุษย์จะสามารถจำแนกเสียงบีตส์ที่ได้ยินเป็นจังหวะซึ่งมีความถี่ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทกของเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทกของเสียงได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคลื่นกระแทกเมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางเสียง ได้แก่ คลื่นนิ่ง การสั่นพ้อง บีต (beats) ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) คลื่นนิ่งของเสียงเกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวนเคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตลอดเวลา ตามตำแหน่งปฏิบัพความดัน-บัพความดัน ตามลำดับ โดยสองตำแหน่งที่มีเสียงดังถัดกัน หรือมีเสียงค่อยถัดกัน มีระยะห่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

การสั่นพ้องของเสียงเกิดจากลำอากาศในท่อถูกทำให้สั่นด้วยเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของลำอากาศในท่อลำอากาศจะสั่นมากที่สุด และได้ยินเสียงดังที่สุด ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า **ความถี่สั่นพ้อง** หรือ **ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)** สำหรับท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน ความถี่สั่นพ้องมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำอากาศในท่อ ตามสมการ

บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกัน เล็กน้อย ให้อินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยินเสียงของการบีต เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า **ความถี่บีต (beat frequency)** ซึ่งหาได้จาก

$$f_n = \frac{nv}{4L}$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้น้ำคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิด**คลื่นกระแทก (shock wave)** และเรียกหน้าคลื่นว่า **หน้าคลื่นกระแทก** โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูง ทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า **ซอ닉บูม (sonic boom)** โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

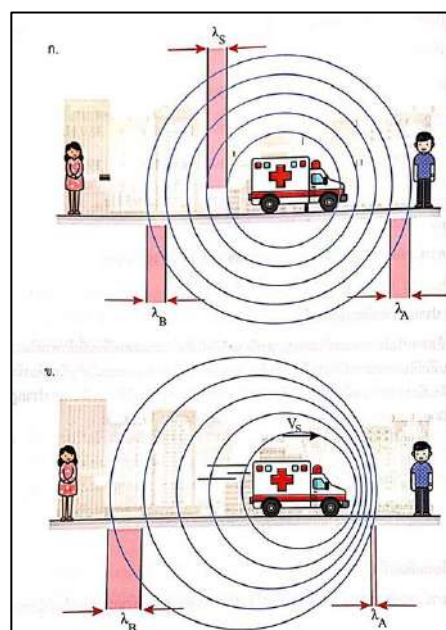
ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทย์ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ขณะที่รถพยาบาลหรือรถกู้ภัยที่เปิดไซเรนและเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากเรา เสียงไซเรนที่ได้ยินจากรถจะมีความถี่เปลี่ยนไป การที่เราได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากการเคลื่อนที่สัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกต เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) ซึ่งสามารถแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 กรณี คือ

1. แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้สังเกตอยู่นิ่ง พิจารณาสถานการณ์รถพยาบาลเปิดไซเรนและอยู่นิ่งต่อมารถพยาบาลเคลื่อนที่แต่ผู้สังเกตอยู่นิ่ง ดังรูป 12.23



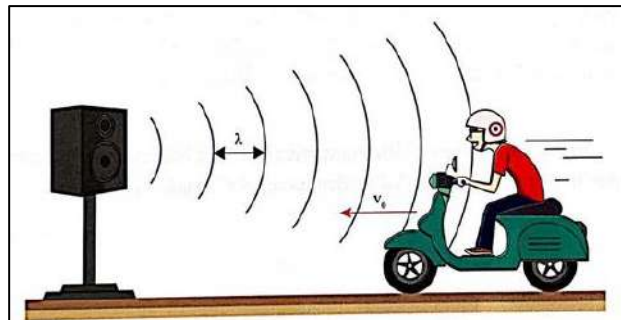
รูป 12.23 ก. รถพยาบาลและผู้สังเกตอยู่นิ่ง

ข. รถพยาบาลเคลื่อนที่โดยผู้สังเกตอยู่นิ่ง

ขณะรถพยาบาลอยู่นิ่งส่งเสียงไซเรนที่มีความถี่คงตัวค่าหนึ่งออกมา ความยาวคลื่นของเสียงที่ผู้สังเกตทั้งสองได้รับมีค่าเท่ากันและเท่ากับความยาวคลื่นเสียงไซเรน ดังรูป 12.23 ก. ($\lambda_B = \lambda_A = \lambda_S$) จากนั้นรถพยาบาลเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต B และเข้าหาผู้สังเกต A ด้วยอัตราเร็วคงตัว โดยผู้สังเกตทั้งสองอยู่นิ่ง ความยาวคลื่นของเสียงที่ผู้สังเกต B ได้รับจะมากกว่าความยาวคลื่นของเสียงไซเรน และความยาวคลื่นของเสียงไซเรนจะมากกว่าความยาวคลื่นที่ผู้สังเกต A ได้รับ ดังรูป 12.23 ข. ($\lambda_B > \lambda_S > \lambda_A$) และเนื่องจากอัตราเร็วเสียงที่เคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกตทั้งสองคนเท่ากัน ผู้สังเกต A จึงได้ยินเสียงที่มีความถี่มากกว่าความถี่เสียงของแหล่งกำเนิดเสียง ในขณะที่ผู้สังเกต B จะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยกว่าความถี่เสียงของแหล่งกำเนิดเสียง ($f_A > f_S > f_B$)

ดังนั้นเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง

2. แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตเคลื่อนที่ เมื่อพิจารณาสถานการณ์ซึ่งแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่งแต่ผู้สังเกตเคลื่อนที่ ดังรูป 12.24



รูป 12.24 แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง แต่ผู้สังเกตเคลื่อนที่

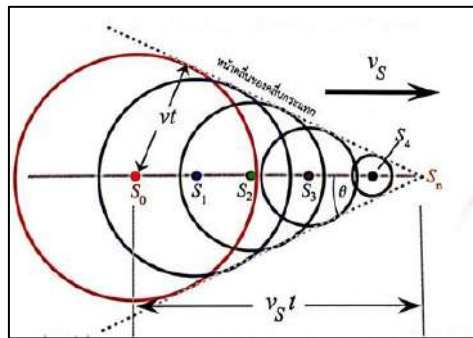
แหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่นิ่ง ส่งเสียงซึ่งมีความถี่คงตัวค่าหนึ่งออกมา ถ้าผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงด้วยอัตราเร็วคงตัว จะพบจำนวนหน้าคลื่นเสียงในหนึ่งหน่วยเวลาเพิ่มขึ้น ผู้สังเกตจึงได้ยินเสียงที่มีความถี่มากกว่าความถี่เสียงที่แหล่งกำเนิดแผ่ออกมา

แต่ถ้าผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงด้วยอัตราเร็วคงตัว จะพบจำนวนหน้าคลื่นเสียงในหนึ่งหน่วยเวลาลดลง ผู้สังเกตจึงได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยกว่าความถี่เสียงที่แหล่งกำเนิดแผ่ออกมา

ดังนั้น เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตที่เคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่ผู้สังเกตที่เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง

3. แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ จากกรณีข้างต้นทั้งสอง อาจกล่าวได้ว่า แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหากัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากกัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง

คลื่นกระแทก การเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียงที่มีอัตราเร็วน้อยกว่าอัตราเร็วเสียงในอากาศ จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว (v_s) ที่มากกว่าอัตราเร็วเสียงในอากาศ (v)



รูป 12.25 แนวหน้าคลื่นเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เร็วกว่าเสียง

พิจารณารูป 12.25 แสดงหน้าคลื่นที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดด้วยอัตราเร็ว v วงกลมสีแดงแทนหน้าคลื่นที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียง ณ เวลาเริ่มต้น ที่ตำแหน่ง S_0 ในช่วงเวลา t หน้าคลื่นจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง vt ในขณะเดียวกัน แหล่งกำเนิดเสียงซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v_s จะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $v_s t$ และจะไปอยู่ที่ตำแหน่ง S_n ทั้งนี้แหล่งกำเนิดเสียงจะแผ่คลื่นออกมาตลอดเวลาระหว่างที่เคลื่อนที่จากตำแหน่ง S_0 ไปยังตำแหน่ง S_n โดยเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ที่ตำแหน่ง $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ จะแผ่คลื่นออกมาโดยหน้าคลื่นที่ตำแหน่งเหล่านั้นจะเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียง แทนด้วยวงกลมที่มี $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ เป็นศูนย์กลางตามลำดับ ที่ตำแหน่ง S_n แหล่งกำเนิดยังไม่แผ่คลื่นออกมา จึงมีลักษณะเป็นจุดเมื่อลากเส้นหน้าคลื่นจากตำแหน่ง S_n ไปยังหน้าคลื่นที่ศูนย์กลางวงกลมอยู่ที่ S_0 ได้เป็นแนวหน้าคลื่นอัดตัวกัน เรียกว่า **หน้าคลื่นของคลื่นกระแทก (shock wave)** โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเป็นมุม เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

เครื่องบินที่บินด้วยอัตราเร็วเหนือเสียงจะเกิดคลื่นกระแทก และจะทำให้เกิดเสียงดังที่เรียกว่า **ซอ닉บูม (sonic boom)** ดังรูป 12.26 ก. ตัวอย่างคลื่นกระแทกในชีวิตประจำวัน เช่น เรือที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ ดังรูป 12.26 ข.



รูป 12.26 ก. ซอ닉บูมจากเครื่องบินที่เคลื่อนที่เร็วเหนือเสียง



รูป 12.26 ข. คลื่นกระแทกจากเรือที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

-

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูตั้งปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่หนึ่งและกำลังเคลื่อนที่ เช่น หูด รถไฟขณะแล่นเข้าสู่สถานี เสียงรถไซเรนที่แล่นผ่านนักเรียน
- 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความแตกต่างของเสียงที่ได้ยิน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงที่กำลังเคลื่อนที่จะมีระดับเสียงเปลี่ยนไปจากเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่หนึ่ง
- 1.3 ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 จัดกลุ่มนักเรียน จำนวน 8 กลุ่ม โดยให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถที่คล่องแคล่วกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มประจำ
- 2.2 ครูจัดแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนกลุ่มของนักเรียน
- 2.3 ให้แต่ละกลุ่มจับฉลากหมายเลขของเนื้อหา กลุ่มละ 1 ฉลาก เพื่อรับผิดชอบในการศึกษาหัวข้อย่อย

2.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมายเลขที่ตัวเองได้ ซึ่งครูแบ่งเนื้อหาให้ตามหนังสือเรียน

- กลุ่มที่ 1 แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกตที่อยู่นิ่ง
- กลุ่มที่ 2 แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตที่อยู่นิ่ง
- กลุ่มที่ 3 ผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่นิ่ง
- กลุ่มที่ 4 ผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่นิ่ง
- กลุ่มที่ 5 แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหากัน
- กลุ่มที่ 6 แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากกัน
- กลุ่มที่ 7 แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ตามผู้สังเกต
- กลุ่มที่ 8 ผู้สังเกตเคลื่อนที่ตามแหล่งกำเนิดเสียง

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา (ใช้เวลา 10 นาที)

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้โดยออกมาแสดงบทบาทสมมติ พร้อมเขียนสมการหาความถี่ผู้สังเกตให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) จงอธิบายความหมายของปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) (แนวการตอบ การที่เราได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกต)

2) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหรือออก ผู้สังเกตอยู่นิ่ง ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร (แนวการตอบ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง)

3) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหรือออก ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร (แนวการตอบ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตที่เคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่ผู้สังเกตที่เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง)

4) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร (แนวการตอบ แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหากัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากกัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง)

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ และสมการที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 ขั้ขยายความรู้

4.1 ครุถามต่อไปว่า เวลาเรือหางยาววิ่งในน้ำด้วยความเร็วสูง ลักษณะของคลื่นน้ำจะเป็นอย่างไร (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) (นักเรียนอาจจะตอบได้ว่า ลักษณะของหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกรวย)

4.2 เมื่อเครื่องบินไอพ่นบินผ่านเราไป เราจะได้ยินเสียงเป็นอย่างไร (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) (นักเรียนอาจจะตอบได้ว่า เสียงดังมาก บางทีได้ยินแต่เสียง มองไม่เห็นเครื่องบิน)

4.3 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติม เรื่อง เรดาร์ (radar : radio detection and ranging)

4.4 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติม เรื่อง เลขมัค (Mach number)

ขั้นที่ 5 ขั้ประเมินผล

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอบทบาทสมมติ

5.2 นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทกของเสียงได้	1) สังเกตบทบาทสมมติ เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ 2) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ระดับดีผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับคลื่นกระแทกเมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ได้	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์และคลื่น กระทบ	1) แบบประเมิน กิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระทบ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	1.5	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 3-4 ข้อ
	0.5	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1-2 ข้อ
	1.5	แสดงบทบาทสมมติได้ถูกต้อง และเขียนสมการได้ถูกต้อง
	1	แสดงบทบาทสมมติได้ แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด และเขียนสมการได้ถูกต้อง
	0.5	แสดงบทบาทสมมติไม่ถูกต้อง และเขียนสมการไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 12 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 12 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

จงคำตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1) จงอธิบายความหมายของปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect)

ตอบ _____

2) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหรือออก ผู้สังเกตอยู่นิ่ง ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร

ตอบ _____

3) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหรือออก ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร

ตอบ _____

4) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร

ตอบ _____

5) จงอธิบายความหมายของคลื่นกระแทก

ตอบ _____

6) เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็ว 510 m/s ในแนวระดับเหนือพื้นดิน ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 m/s มุมระหว่างหน้าคลื่นกระแทกกับแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องบินมีค่าเท่าไร

วิธีทำ _____

7) เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็ว 540 m/s ในแนวระดับเหนือพื้นดิน ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 300 m/s มุมระหว่างหน้าคลื่นกระแทกกับแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องบินมีค่าเท่าไร

วิธีทำ _____

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

จงคำตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

- 1) จงอธิบายความหมายของปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect)

ตอบ แนวการตอบการที่เราได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกต

- 2) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหรือออก ผู้สังเกตอยู่นิ่ง ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร

ตอบ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง

- 3) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหรือออก ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร

ตอบ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตที่เคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่ผู้สังเกตที่เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง

- 4) อธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหากัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เป็นอย่างไร

ตอบ แหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหากัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่มากขึ้น แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากกัน ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงที่มีความถี่น้อยลง

- 5) จงอธิบายความหมายของคลื่นกระแทก

ตอบ การเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียงที่มีอัตราเร็วน้อยกว่าอัตราเร็วเสียงในอากาศ จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว (v_s) ที่มากกว่าอัตราเร็วเสียงในอากาศ (v)

- 6) เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็ว 510 m/s ในแนวระดับเหนือพื้นดิน ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 m/s มุมระหว่างหน้าคลื่นกระแทกกับแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องบินมีค่าเท่าไร

วิธีทำ
$$\sin \theta = \frac{v}{v_s} = \frac{340}{510} = 0.66$$

$$\theta = \sin^{-1} 0.66$$

- 7) เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็ว 540 m/s ในแนวระดับเหนือพื้นดิน ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 300 m/s มุมระหว่างหน้าคลื่นกระแทกกับแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องบินมีค่าเท่าไร

วิธีทำ
$$\sin \theta = \frac{v}{v_s} = \frac{300}{540} = 0.56$$

$$\theta = \sin^{-1} 0.56$$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางเสียง ได้แก่ คลื่นนิ่ง การสั่นพ้อง บีต (beats) ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler effect) คลื่นนิ่งของเสียงเกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวนเคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง-ค่อยตลอดเวลา ตามตำแหน่งปฏิบัติความดัน-บัพความดัน ตามลำดับ โดยสองตำแหน่งที่มีเสียงดังถัดกัน หรือมีเสียงค่อยถัดกัน มีระยะห่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

การสั่นพ้องของเสียงเกิดจากลำอากาศในท่อถูกทำให้สั่นด้วยเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของลำอากาศในท่อลำอากาศจะสั่นมากที่สุด และได้ยินเสียงดังที่สุด ความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง เรียกว่า **ความถี่สั่นพ้อง** หรือ **ความถี่เรโซแนนซ์ (resonant frequency)** สำหรับท่อปลายปิดหนึ่งด้าน ความถี่สั่นพ้องมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำอากาศในท่อ ตามสมการ

บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกัน เล็กน้อย ให้ได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหุ้จะได้ยินเสียงของการบีต เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่

เกิน 7 เฮิร์ตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า **ความถี่บีต (beat frequency)** ซึ่งหาได้จาก

$$f_n = \frac{nv}{4L}$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้หน้าคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิด**คลื่นกระแทก (shock wave)** และเรียกหน้าคลื่นว่า **หน้าคลื่นกระแทก** โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูง ทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า **ซอ닉บูม (sonic boom)** โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า **มุมมัค (Mach angle)**

ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทยธรณีวิทยา อุตสาหกรรม

5. การการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

ในชีวิตประจำวันของเรามีการนำเสียงมาใช้ทั้งในการสื่อสารและทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การร้องเพลง การเล่นดนตรี การสนทนา การเรียนการสอน เป็นต้น ซึ่งเป็นเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงเฉลี่ยประมาณ 20-2000 เฮิร์ตซ์ และระดับเสียงในช่วง 0-20 เดซิเบล นอกจากนี้เสียงยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆได้เช่นด้านการเดินเรือและการประมงด้านการแพทย์ เป็นต้น

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ธรรมชาติของเสียง การได้ยินเสียง และปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง ในหนังสือเรียน หน้า 59-63 แล้วสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้าลงใน กระดาษ A4 ที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคำถามท้ายบท หน้า 67 - 69

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 ห้องสมุด

8.3 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้	1) ตรวจใบสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้	1) ตรวจใบสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	2	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	1	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 13 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 13 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันได้
- 2) อธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าได้
- 3) อธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) สังเกตการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำมาขัดสีกันสามารถทำให้เป็นวัตถุมีประจุไฟฟ้าได้เนื่องจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุที่นำมาขัดสีกัน วัตถุที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นบวก ส่วนวัตถุที่รับอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นลบ โดยวัตถุใดจะทำหน้าที่รับหรือให้อิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับวัตถุนั้นมีสมบัติจะรับหรือให้อิเล็กตรอนอย่างใดมากกว่า ซึ่งประจุไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายได้ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผลรวมของประจุของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงต้องเท่ากับผลรวมของประจุหลังการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า (conservation law of charge)

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ ถ้าประจุทั้งสองมีประจุชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลักกันและหากประจุทั้งสองมีประจุต่างชนิดกันจะเกิดแรงดึงดูดกัน การนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำใดๆ จะทำให้ปรากฏประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำด้านที่อยู่ใกล้และเกิดประจุชนิดเดียวกันบนตัวนำด้านที่อยู่ไกล เรียกว่า **การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (electrostatic induction)** โดยอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบประจุไฟฟ้า เรียกว่า **อิเล็กโทรสโคป (electroscope)**

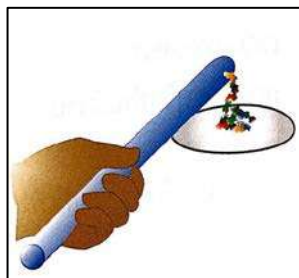
การต่อสายดิน (grounding) เป็นการทำให้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้า มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยต่อวัตถุนั้นกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เช่น โลก

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

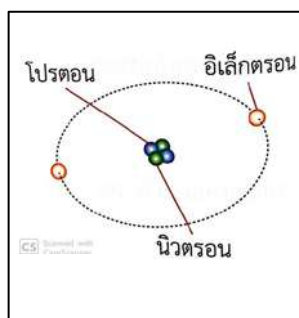
ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ในวันที่อากาศเย็นและแห้ง เมื่อเราจับลูกบิดโลหะของประตูบางครั้งอาจรู้สึกเหมือนถูกไฟฟ้าดูด หรือ เมื่อหิวน้ำที่แห้งจะรู้สึกว้าวๆ

เมื่อใช้ผ้าสักหลาดถูห่อฟิวส์ แล้วนำห่อฟิวส์เข้าใกล้เศษกระดาษ พบว่า ห่อฟิวส์สามารถดูดเศษกระดาษให้ติดขึ้นมาได้ ดังรูป 13.1



รูป 13.1 ห่อฟิวส์ที่สามารถ

วัตถุต่างๆ ประกอบด้วยโมเลกุล โดยโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่าง ๆ ภายในอะตอมมีโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก และนิวตรอนที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่รวมกันภายในนิวเคลียส โดยมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบเคลื่อนที่อยู่รอบๆ นิวเคลียสตามแบบจำลองอะตอม ดังรูป 13.2



รูป 13.2 แบบจำลองอะตอม

โดยทั่วไปวัตถุจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า นั่นคือ ภายในอะตอมจะมีโปรตอนและอิเล็กตรอนในจำนวนที่เท่ากัน เมื่อนำวัตถุ 2 ชนิด ซึ่งเดิมเป็นกลางทางไฟฟ้ามาถูกัน จะเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุทั้ง 2 ชนิดนั้น โดยวัตถุหนึ่งจะทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนและอีกวัตถุจะทำหน้าที่รับอิเล็กตรอน สำหรับวัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อสูญเสียอิเล็กตรอนไปบางส่วน ทำให้มีประจุสุทธิเป็นบวก

ส่วนวัตถุที่รับอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นลบ ดังนั้นเราสามารถทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเป็นวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้ โดยการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเข้าหรือออกจากวัตถุนั้น ทั้งนี้ประจุไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายได้ ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผลรวมของประจุของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงต้องเท่ากับผลรวมของประจุหลังการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า (law of conservation of electric charge) ดังนั้น เมื่อผ้าสักหลาดกับท่อนีออนจะเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างผ้าสักหลาดกับท่อนีออน โดยจำนวนอิเล็กตรอนที่ถ่ายโอนให้กับท่อนีออนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่ผ้าสักหลาดเสียไปเนื่องจากวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มีประจุได้โดยการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเข้าหรือออกจากวัตถุนั้น ดังนั้นวัตถุใด ๆ จะมีประจุไฟฟ้ามีค่าเป็นจำนวนเต็มเท่าของขนาดประจุของอิเล็กตรอนเสมอ ให้ e เป็นประจุของอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูโลมบ์ และให้ N เป็นจำนวนอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายโอน จะได้ว่าวัตถุมีขนาดประจุไฟฟ้าเท่ากับ

$$q = Ne$$

นั่นคือ ประจุไฟฟ้าของวัตถุมีค่าเป็นจำนวนเท่าของค่า 1.6×10^{-19}

วัตถุใดจะทำหน้าที่ให้หรือรับอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับวัตถุนั้นจะสูญเสียอิเล็กตรอนได้มากกว่าหรือน้อยกว่า โดยวัตถุที่สูญเสียอิเล็กตรอนมากกว่า วัตถุนั้นทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจพิจารณาลำดับการสูญเสียอิเล็กตรอนเมื่อนำวัสดุแต่ละชนิดมาขัดถูกันได้ดังตาราง 13.1

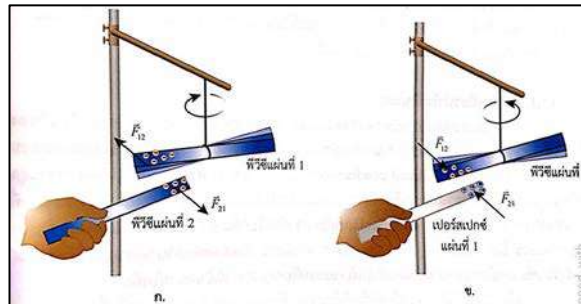
ตาราง 13.1 แสดงลำดับการสูญเสียอิเล็กตรอนเมื่อนำวัสดุแต่ละชนิดมาขัดถูกัน

ลำดับ	การสูญเสียอิเล็กตรอน
1	แก้ว
2	เส้นผม
3	แผ่นเปอร์สเปกซ์
4	ไนลอน
5	ผ้าสักหลาด
6	ผ้าไหม
7	ผ้าฝ้าย
8	อำพัน
9	โพลีไวนิลคลอไรด์(พีวีซี)
10	เทฟลอน

โดยวัสดุที่อยู่ลำดับก่อน (เลขน้อยกว่า) มีแนวโน้มที่จะสูญเสียอิเล็กตรอนมากกว่าวัสดุที่อยู่ลำดับหลัง (เลขมากกว่า) เมื่อถูกันวัสดุที่อยู่ลำดับก่อนมีประจุสุทธิเป็นบวก ส่วนวัสดุที่อยู่ลำดับหลังมีประจุลบ

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ (อาจเรียกสั้นๆ ว่าประจุบวกและประจุลบ) เมื่อวัตถุมีประจุไฟฟ้า นอกจากส่งแรงดึงดูดวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ยังมีการส่งแรงกระทำซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า เรียกว่า **แรงระหว่างประจุไฟฟ้า**

แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ **แรงดึงดูด (attractive force)** และ **แรงผลัก (repulsive fore)** เนื่องจากแผ่นพีวีซีทั้งแผ่นที่ 1 และแผ่นที่ 2 ถูด้วยผ้าสักหลาดเช่นเดียวกัน แผ่นพีวีซีทั้งสองจึงมีประจุชนิดเดียวกัน (ในทำนองเดียวกันกับกรณีใช้แผ่นเปอร์สเปกซ์) แต่ในกรณีแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูด้วยผ้าสักหลาด แผ่นวัตถุทั้งสองจะมีประจุต่างชนิดกัน ทำให้พิจารณาได้ว่าแรงระหว่างประจุชนิดเดียวกัน ผลักกันและแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันดึงดูดกัน สามารถแสดงทิศทางของแรงระหว่างวัตถุที่มีประจุได้ ดังรูป 13.3 ก. และ ข. เมื่อ $\vec{F}_{12}$ เป็นแรงแผ่นที่ 2 กระทำต่อแผ่นที่ 1 และ $\vec{F}_{21}$ เป็นแรงแผ่นที่ 1 กระทำต่อแผ่นที่ 2



5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาเฉพาะหน้า)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

6.2 บูรณาการโดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่มีเหมาะสม ประหยัดและปลอดภัย

6.2 นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่มีอยู่ประหยัดและคุ้มค่า

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาในภาคเรียนที่ 1 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ และการแทรกสอดของแสง

1.2 ครูใช้คำถามให้นักเรียนตอบ

- ในวันที่อากาศเย็นและแห้ง เมื่อเราจับลูกบิดโลหะของประตูบางครั้งอาจรู้สึกเหมือนถูกไฟฟ้าดูด หรือ เมื่อหิวลมที่แห้งจะรู้สึกวามฟู เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มีกี่ชนิด ขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

1.3 ครูสาธิตเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ

ครูนำผ้าสักหลาดมาถูที่ปลายข้างหนึ่งของท่อพีวีซีแล้วนำเข้าใกล้เศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะเห็นว่าเศษกระดาษถูกดูดติดปลายของท่อพีวีซี (ก่อนสาธิตครูควรทำความสะอาดท่อพีวีซีและเศษผ้าหรือผ้าสักหลาดให้แห้ง และกิจกรรมนี้ควรทำในห้องที่ความชื้นต่ำ หรือในห้องปรับอากาศ) แล้วครูตั้งคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

- เมื่อนำท่อพีวีซีที่ถูกับผ้าสักหลาดแล้ว เข้าใกล้เศษกระดาษที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ท่อพีวีซีสามารถดึงดูดเศษกระดาษให้ติดขึ้นมาได้ เราจะทราบได้อย่างไรว่า เมื่อถูหรือขีดสีวัตถุแล้ว วัตถุใดทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน และวัตถุใดทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน

1.4 จากนั้นครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับประจุไฟฟ้าในอะตอมว่า วัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า คือ ภายในอะตอมจะมีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า ท่อพีวีซีสามารถดูดเศษกระดาษเล็ก ๆ ที่เกิดจากการถูท่อพีวีซีด้วยผ้าขนสัตว์จะเกิดการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุทั้งสอง โดยวัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนจะมีประจุเป็นลบ และวัตถุที่สูญเสียอิเล็กตรอนไปจะมีประจุเป็นบวก และการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า โดยจำนวนอิเล็กตรอนที่ถ่ายโอนทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นจำนวนเต็มเท่าของประจุอิเล็กตรอน ตามสมการ $q = Ne$

1.5 ครูยกตัวอย่างการนำวัสดุในตาราง 13.1 มาขีดสีกัน เช่น ท่อพีวีซีกับผ้าสักหลาด แล้วตั้งคำถาม ดังนี้

- ท่อพีวีซีมีประจุชนิดใด และดูดเศษกระดาษได้อย่างไร

1.6 จากนั้นครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า ท่อพีวีซีดึงดูดเศษ กระดาษเนื่องจากมีแรงกระทำกับเศษกระดาษ ขณะเดียวกันก็มีแรงดึงดูดระหว่างเศษกระดาษแต่ละชิ้นด้วย แรงดังกล่าวเป็นผลมาจากประจุไฟฟ้า เรียกแรงนี้ว่า **แรงระหว่างประจุไฟฟ้า** เราสามารถทำให้วัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าเป็นวัตถุมีประจุไฟฟ้าได้โดยการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเข้าหรือออกจากวัตถุนั้น วัสดุใดจะทำหน้าที่ให้หรือรับอิเล็กตรอนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุจะสูญเสียอิเล็กตรอนได้มากกว่า ตามตาราง 13.1 โดยประจุไม่ได้ถูกสร้างหรือถูกทำลายในระบบโดดเดี่ยว นั่นคือ ผลรวมของประจุไฟฟ้าในระบบมีค่าคงเดิม ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคละเพศ คละความสามารถ

2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาชนิดของประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า การทำให้วัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าจากกิจกรรม 13.1

- 2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด
- 2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์
- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน ออกมานำเสนอสรุปที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน
- 3.2 ครูนำนักเรียนอธิบายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)
 - 2) แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นพีวีซีในข้อ 4 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก (แนวการตอบ แรงผลัก)
 - 3) แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก (แนวการตอบ แรงผลัก)
 - 4) แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก (แนวการตอบ แรงดึงดูด)
 - 5) การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นพีวีซีและผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุไฟฟ้าชนิดใด (แนวการตอบ ประจุลบ ประจุบวก ตามลำดับ)
 - 6) ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร (แนวการตอบ แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะเป็นแรงผลักกัน ส่วนแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันจะเป็นแรงดึงดูดกัน)
- 3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้
จากกิจกรรม 13.1 พบว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ แรงดึงดูด (attractive force) และแรงผลัก (repulsive fore) เนื่องจากแผ่นพีวีซีทั้งแผ่นที่ 1 และแผ่นที่ 2 ถูด้วยผ้าสักหลาดเช่นเดียวกัน แผ่นพีวีซีทั้งสองจึงมีประจุชนิดเดียวกัน (ในทำนองเดียวกันกับกรณีใช้แผ่นเปอร์สเปกซ์) แต่ในกรณีแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูด้วยผ้าสักหลาด แผ่นวัตถุทั้งสองจะมีประจุต่างชนิดกัน ทำให้พิจารณาได้ว่าแรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันผลักกันและแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันดึงดูดกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ โปรตอนและอิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าเท่ากัน ในหนังสือ หน้า 78
- 4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวอย่างโจทย์ปัญหา ในหนังสือ หน้า 80
- 4.3 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ แรงดึงดูดทางไฟฟ้าถูกนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ในหนังสือ หน้า 84
- 4.4 ครูเน้นย้ำกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนทำและส่งใบกิจกรรม 13.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 ใบกิจกรรม 13.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
- 8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.3 ห้องสมุด
- 8.4 อินเทอร์เน็ต
- 8.5 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการท้าวตลุดที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันได้ 2) อธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าได้ 3) อธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าได้	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) ใบกิจกรรมเรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) สังเกตการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าได้	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) ใบกิจกรรมเรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	1) นักเรียนสามารถบันทึกและสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 3-4 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1-2 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	3	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกและสรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 14 เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 14 เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม 13.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

- 1) สังเกตและบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
- 2) สังเกตและอธิบายชนิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|--------------------|---|------|
| 1) แผ่นพีวีซี | 2 | อัน |
| 2) แผ่นเปอร์สเปกซ์ | 2 | แผ่น |
| 3) ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |
| 4) ขาตั้ง | 1 | อัน |
| 5) เส้นด้าย | 1 | เมตร |



รูป 1 แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์
ที่ทำเครื่องหมายไว้ด้านหนึ่ง

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ระบุเลขแผ่นและทำเครื่องหมายกากบาทไว้ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง ดังรูป 1
- 2) ใช้ด้ายยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร ผูกกับตรงกลางของแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ นำแผ่นพีวีซีแผ่นที่ 1 ที่ผูกเชือกแล้วนำปลายเชือก อีกด้านผูกติดกับขาตั้ง โดยจัดให้แผ่นพีวีซีแขวนนิ่งในแนวระดับ ดังรูป 2
- 3) จับปลายแผ่นพีวีซีแผ่นที่ 1 ด้านที่ทำเครื่องหมายไว้ ใช้ผ้าสักหลาดถูปลายอีกด้านหนึ่งของแผ่นพีวีซีเพื่อให้มีประจุ แล้วจัดให้วางตัวในแนวเดิม โดยต้องระวังปลายแผ่นพีวีซีที่ถูแล้วไม่ให้สัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ
- 4) จับปลายแผ่นพีวีซีแผ่นที่ 2 ด้านที่ทำเครื่องหมายไว้ ใช้ผ้าสักหลาดถูปลายอีกด้านหนึ่งของแผ่นเพื่อให้เกิดประจุ จากนั้นนำปลายแผ่นพีวีซีเข้าใกล้ปลายแผ่นพีวีซีที่แขวนไว้ด้านที่มีประจุ สังเกตการเบนของแผ่นพีวีซีที่แขวนและบันทึกผล
- 5) ทำซ้ำข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นเปอร์สเปกซ์ สังเกตการเบนของแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนและบันทึกผล
- 6) ทำซ้ำข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนเป็นแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์อย่างละแผ่น ให้แผ่นหนึ่งเป็นแผ่นที่แขวนอีกแผ่นเป็นแผ่นเข้าใกล้ สังเกตการเบนของแผ่นที่แขวนและบันทึกผล



รูป 2 แผ่นพีวีซีที่แขวนนิ่งในแนวระดับ

5. ผลการทำการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของวัตถุที่มีประจุ	ชนิดของแรง
ฟิวซี กับ ฟิวซี	
เปอร์สเปกซ์ กับ เปอร์สเปกซ์	
ฟิวซี กับ เปอร์สเปกซ์	

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) แรงระหว่างแผ่นฟิวซีกับแผ่นฟิวซีในข้อ 4 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

ตอบ

2) แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

ตอบ

3) แรงระหว่างแผ่นฟิวซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

ตอบ

4) การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นฟิวซีและผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นฟิวซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุไฟฟ้าชนิดใด

ตอบ

5) ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม 13.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

- 1) สังเกตและบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
- 2) สังเกตและอธิบายชนิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|--------------------|---|------|
| 1) แผ่นพีวีซี | 2 | อัน |
| 2) แผ่นเปอร์สเปกซ์ | 2 | แผ่น |
| 3) ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |
| 4) ขาตั้ง | 1 | อัน |
| 5) เส้นด้าย | 1 | เมตร |



รูป 1 แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์
ที่ทำเครื่องหมายไว้ด้านหนึ่ง



รูป 2 แผ่นพีวีซีที่แขวนนิ่งในแนวระดับ

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ระบุเลขแผ่นและทำเครื่องหมายกากบาทไว้ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง ดังรูป 1
- 2) ใช้ด้ายยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร ผูกกับตรงกลางของแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ นำแผ่นพีวีซีแผ่นที่ 1 ที่ผูกเชือกแล้วนำปลายเชือก อีกด้านผูกติดกับขาตั้ง โดยจัดให้แผ่นพีวีซีแขวนนิ่งในแนวระดับ ดังรูป 2
- 3) จับปลายแผ่นพีวีซีแผ่นที่ 1 ด้านที่ทำเครื่องหมายไว้ ใช้ผ้าสักหลาดถูปลายอีกด้านหนึ่งของแผ่นพีวีซีเพื่อให้มีประจุ แล้วจัดให้วางตัวในแนวเดิม โดยต้องระวังปลายแผ่นพีวีซีที่ถูแล้วไม่ให้สัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ
- 4) จับปลายแผ่นพีวีซีแผ่นที่ 2 ด้านที่ทำเครื่องหมายไว้ ใช้ผ้าสักหลาดถูปลายอีกด้านหนึ่งของแผ่นเพื่อให้เกิดประจุ จากนั้นนำปลายแผ่นพีวีซีเข้าใกล้ปลายแผ่นพีวีซีที่แขวนไว้ด้านที่มีประจุ สังเกตการเบนของแผ่นพีวีซีที่แขวนและบันทึกผล
- 5) ทำซ้ำข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นเปอร์สเปกซ์ สังเกตการเบนของแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนและบันทึกผล
- 6) ทำซ้ำข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนเป็นแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์อย่างละแผ่น ให้แผ่นหนึ่งเป็นแผ่นที่แขวนอีกแผ่นเป็นแผ่นเข้าใกล้ สังเกตการเบนของแผ่นที่แขวนและบันทึกผล

5. ผลการทำการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของวัตถุที่มีประจุ	ชนิดของแรง
พีวีซี กับ พีวีซี	แรงผลัก
เปอร์สเปกซ์ กับ เปอร์สเปกซ์	แรงผลัก
พีวีซี กับ เปอร์สเปกซ์	แรงดึงดูด

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นพีวีซีในข้อ 4 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

ตอบ **แรงผลัก**

2) แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

ตอบ **แรงผลัก**

3) แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

ตอบ **แรงดึงดูด**

4) การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นพีวีซีและผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุไฟฟ้าชนิดใด

ตอบ **ประจุลบ ประจุบวก ตามลำดับ**

5) ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ **แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะเป็นแรงผลักกัน ส่วนแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันจะเป็นแรงดึงดูดกัน**

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....จากการทำการทดลอง พบว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ แรงดึงดูด (attractive force) และแรงผลัก (repulsive fore) เนื่องจากแผ่นวีซีทั้งแผ่นที่ 1 และแผ่นที่ 2 ถูด้วยผ้าสักหลาดเช่นเดียวกัน แผ่นพีวีซีทั้งสองจึงมีประจุชนิดเดียวกัน (ในทำนองเดียวกันกับกรณีใช้แผ่นเปอร์สเปกซ์) แต่ในกรณีแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูด้วยผ้าสักหลาด แผ่นวัตถุทั้งสองจะมีประจุต่างชนิดกัน ทำให้พิจารณาได้ว่าแรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันผลักกันและแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันดึงดูดกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำมาขัดสีกันสามารถทำให้เป็นวัตถุมีประจุไฟฟ้าได้เนื่องจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุที่นำมาขัดสีกัน วัตถุที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นบวก ส่วนวัตถุที่รับอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นลบ โดยวัตถุใดจะทำหน้าที่รับหรือให้อิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับวัตถุนั้นมีสมบัติจะรับหรือให้อิเล็กตรอนอย่างใดมากกว่า ซึ่งประจุไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายได้ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผลรวมของประจุของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงต้องเท่ากับผลรวมของประจุหลังการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า **กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า (conservation law of charge)**

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ ถ้าประจุทั้งสองมีประจุชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลักรันและหากประจุทั้งสองมีประจุต่างชนิดกันจะเกิดแรงดึงดูดกัน การนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำใดๆ

จะทำให้ปรากฏประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำด้านที่อยู่ใกล้และเกิดประจุชนิดเดียวกันบนตัวนำด้านที่อยู่ไกล เรียกว่า **การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (electrostatic induction)** โดยอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบประจุไฟฟ้า เรียกว่า **อิเล็กโทรสโคป (electroscope)**

การต่อสายดิน (grounding) เป็นการทำให้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้า มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยต่อวัตถุ นั้นกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เช่น โลก

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต สามารถจำแนกชนิดของวัสดุโดยพิจารณาจากความสามารถในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในวัสดุ ซึ่งอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาอย่างอิสระโดยไม่ยึดติดกับอะตอมใดอะตอมหนึ่ง เรียกว่า **ตัวนำไฟฟ้า (electrical conductor)** หรือเรียกสั้นๆ ว่า **ตัวนำ** นั่นคือ เมื่ออิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนมายังตัวนำ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อย่างอิสระในตัวนำ ส่วนวัสดุซึ่งอิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่อย่างอิสระเรียกว่า **ฉนวนไฟฟ้า (electrical insulator)** หรือเรียกสั้นๆ ว่า **ฉนวน** เมื่ออิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนมายังฉนวน อิเล็กตรอนจะอยู่ ณ ตำแหน่งที่มีการสัมผัสกัน ตัวอย่างของตัวนำและฉนวนที่พบในชีวิตประจำวันเช่น แกนโลหะสายไฟเป็นตัวนำไฟฟ้า และเปลือกหุ้มสายไฟเป็นฉนวนไฟฟ้า

เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ตัวนำ จะเกิดผล ดังต่อไปนี้

- แขนเมตโอมตัวนำ (เมตโอมที่เคลือบผิวด้วยโลหะบางๆ เมื่อนำแผ่นพีวีซีที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้าใกล้เมตโอมตัวนำ เมตโอมจะเบนเข้าหาแผ่นพีวีซีอย่างเห็นได้ชัด ดังรูป 13.4



รูป 13.4 เมตโอมตัวนำเบนเข้าหาแผ่นพีวีซี

- การเบนของเมตโอมตัวนำดังกล่าว อธิบายได้ดังนี้ ประจุลบบนแผ่นพีวีซีจะออกแรงผลักอิเล็กตรอนบนเมตโอมตัวนำ ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากผิวด้านที่ใกล้แผ่นพีวีซีไปยังผิวด้านตรงข้าม ทำให้ผิวด้านใกล้แผ่นพีวีซีมีประจุเป็นบวก และผิวด้านไกลมีประจุเป็นลบดังรูป 13.5



รูป 13.5 ประจุไฟฟ้าบนเมตโอมตัวนำ

- ประจุไฟฟ้าบนเม็ดโพลีเมอร์ตัวนำทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างประจุลบบนแผ่นพีวีซีกับประจุบวกที่ผิวเม็ดโพลีเมอร์ตัวนำด้านใกล้แผ่นพีวีซี และแรงผลักระหว่างประจุลบบนแผ่นพีวีซีกับประจุลบที่ผิวเม็ดโพลีเมอร์ตัวนำด้านไกลโดยแรงดูดมากกว่าแรงผลัก สังเกตได้จากเม็ดโพลีเมอร์ตัวนำเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นพีวีซี

- การนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนด้านใกล้ของตัวนำและเกิดประจุชนิดเดียวกันบนด้านไกลของตัวนำวิธีทำให้เกิดประจุในลักษณะเช่นนี้เรียกว่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (electrostatic induction)

- จากสถานการณ์ข้างต้นมีการนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์และสร้างเป็นอุปกรณ์ในการตรวจสอบประจุไฟฟ้าได้ ดังรูป 13.6 ซึ่งเรียกว่า อิเล็กโทรสโคปลูกพิท (pith ball electroscope) สามารถตรวจสอบได้โดยนำวัตถุที่ต้องการตรวจสอบเข้าใกล้ลูกพิทที่เป็นกลางทางไฟฟ้าซึ่งแขวนอยู่ในแนวตั้ง ถ้าลูกพิทเบนเข้าหาวัตถุดังกล่าวแสดงว่าวัตถุเป็นวัตถุที่มีประจุ



รูป 13.6 อิเล็กโทรสโคปลูกพิท

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า จนสรุปได้ว่า วัสดุที่อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ เรียกว่าตัวนำ ไฟฟ้า และวัสดุที่อิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า ฉนวนไฟฟ้า

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ตัวนำ จะเกิดผลอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ในหนังสือเรียน หน้า 84-85 แล้วสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้าลงในสมุด ในรูปแบบ Mind mapping

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียนคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ดังนี้

1) วัสดุที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในวัสดุ ซึ่งอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาอย่างอิสระโดยไม่ยึดติดกับอะตอมใดอะตอมหนึ่ง (แนวคำตอบ ตัวนำไฟฟ้า (electrical conductor) หรือเรียกสั้นๆ ว่า ตัวนำ)

2) วัสดุที่อิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่อย่างอิสระ (แนวคำตอบ ฉนวนไฟฟ้า (electrical insulator) หรือเรียกสั้นๆ ว่า ฉนวน)

3) เมื่อนำแผ่นพีวีซีที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้าใกล้เม็ดโพลีเมอร์ตัวนำ เม็ดโพลีเมอร์จะเคลื่อนที่อย่างไร (แนวคำตอบ เม็ดโพลีเมอร์เบนเข้าหาแผ่นพีวีซี)

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคำถามท้ายบท หน้า 84 - 85

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งสมุดสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า ในรูปแบบ Mind mapping

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 ห้องสมุด

8.3 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำได้	1) ตรวจ Mind mapping	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้	1) ตรวจ Mind mapping	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจ Mind mapping	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	2	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	1	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 15 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 15 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16

เรื่อง การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) สามารถทำอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำมาขัดสีกันสามารถทำให้เป็นวัตถุมีประจุไฟฟ้าได้เนื่องจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุที่นำมาขัดสีกัน วัตถุที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นบวก ส่วนวัตถุที่รับอิเล็กตรอนจะมีประจุสุทธิเป็นลบ โดยวัตถุใดจะทำหน้าที่รับหรือให้อิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับวัตถุนั้นมีสมบัติจะรับหรือให้อิเล็กตรอนอย่างใดมากกว่า ซึ่งประจุไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายได้ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผลรวมของประจุของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงต้องเท่ากับผลรวมของประจุหลังการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า (conservation law of charge)

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ ถ้าประจุทั้งสองมีประจุชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลักรันและหากประจุทั้งสองมีประจุต่างชนิดกันจะเกิดแรงดึงดูดกัน การนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำใดๆ

จะทำให้ปรากฏประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำด้านที่อยู่ใกล้และเกิดประจุชนิดเดียวกันบนตัวนำด้านที่อยู่ไกล เรียกว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (electrostatic induction) โดยอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบประจุไฟฟ้า เรียกว่า อิเล็กโทรสโคป (electroscope)

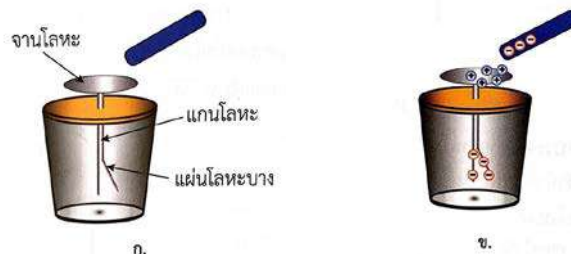
การต่อสายดิน (grounding) เป็นการทำให้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้า มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยต่อวัตถุ นั้นกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เช่น โลก

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

นอกจากนี้ยังมีอิเล็กโทรสโคปแผ่นจานโลหะ (leaf electroscope) โดยประกอบด้วยจาน แกนโลหะหรือทรงกลมโลหะที่เชื่อมกับแกนโลหะซึ่งมีแผ่นโลหะบางติดอยู่ และบรรจุในภาชนะใสที่ป้องกันการรบกวนจากภายนอก ดังรูป 13.7 ก. ซึ่งสามารถตรวจสอบการมีประจุไฟฟ้าได้ โดยสังเกตจากการกางหรือหุบของแผ่นโลหะบาง และอธิบายได้ ดังนี้

- ขณะที่อิเล็กโทรสโคปเป็นกลาง แผ่นโลหะจะหุบ แต่เมื่อนำวัตถุที่เป็นประจุลบเข้าใกล้ จานโลหะ ประจุลบบนวัตถุจะผลักอิเล็กตรอนของจานโลหะ ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่มายังบริเวณแกน และแผ่นโลหะบางเป็นผลให้แผ่นโลหะบางกางออก เนื่องจากแผ่นโลหะบางและแกนมีประจุชนิดเดียวกัน ดังรูป 13.7 ข. แต่เมื่อนำวัตถุที่มีประจุลบออกจากโลหะ อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่มายังบริเวณแกนและแผ่นโลหะบางมีจำนวนลดลงจนไม่มีทำให้แผ่นโลหะบางกางน้อยลงจนหุบ



รูป 13.7 ก. ส่วนประกอบของอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ

ข. ประจุไฟฟ้าบนอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาเฉพาะหน้า)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่ม และความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และ ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

6.2 บูรณาการโดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่มีเหมาะสม ประหยัดและปลอดภัย

6.2 นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่มีอยู่ประหยัดและคุ้มค่า

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง การเหนี่ยวนำของไฟฟ้าสถิต

1.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- สามารถทำอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ ได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคณะฯ คณะความสามารถ

2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด

2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียนคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ดังนี้

1) ในวิธีทำ ข้อ 1 ท่อพีวีซีและจานโลหะมีประจุชนิดใด (แนวคำตอบ ท่อพีวีซีมีประจุลบ จานโลหะมีประจุบวก)

2) ในวิธีทำ ข้อ 2, 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร (แนวคำตอบ ในข้อ 2 แผ่นโลหะบางหุบ เนื่องจากเมื่อนำนิ้วแตะที่จานโลหะ อิเล็กตรอนบริเวณแผ่นโลหะจะเคลื่อนที่ไปยังนิ้วมือและร่างกายเสมือนต่อสายดิน บริเวณแผ่นโลหะบางจึงมีประจุลบน้อยลงจนมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 3 เมื่อยกนิ้วออกจากจานโลหะ โดยท่อพีวีซียังคงอยู่ที่เดิม แผ่นโลหะบางยังคงหุบเนื่องจากยังคงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 4 เมื่อนำท่อพีวีซีออก แผ่นโลหะบางกางออก เนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปบริเวณจานโลหะ ทำให้แกนและแผ่นโลหะบางมีประจุบวกและกางออก)

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

จากกิจกรรม 13.2 พบว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป จะทำให้จานโลหะมีประจุชนิดตรงข้าม เมื่อต่อสายดินหรือใช้นิ้วมือแตะจานโลหะประจุลบจะถ่ายโอนระหว่างอิเล็กโทรสโคปกับสายดินหรือนิ้วมือ ทำให้ประจุบนอิเล็กโทรสโคปที่เหมือนกับประจุบนวัตถุที่มาเหนี่ยวนำหมด

ไป เมื่อนำสายดินหรือนิ้วมือออก แล้วนำวัตถุมีประจุออกจากจานโลหะ ทำให้อิเล็กโตรสโคปเหลือประจุชนิดตรงข้ามกับประจุบนวัตถุที่มาเหนี่ยวนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ การต่อสายดิน ในหนังสือ หน้า 790

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนทำและส่งใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

8.5 ชุดอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า	1) ตรวจใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) สามารถทำอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	1) นักเรียนสามารถบันทึกและสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
---	--	----------------------	--

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1 ข้อ
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกและสรุปผลการทดลองค่อนข้างถูกต้อง
	1	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 16 เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 16 เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

- 1) บอกขั้นตอนการทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า
- 2) อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|------------------------------|---|-----|
| 1) อิเล็กทรอนิกส์โคปแผ่นโลหะ | 1 | ชุด |
| 2) ท่อพีวีซียาว 30 เซนติเมตร | 1 | อัน |
| 3) ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |



รูป แผ่นโลหะบางของอิเล็กทรอนิกส์โคป

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนต่อไปนี้และวาดภาพการทางหรือหุบของแผ่นโลหะบาง ในแต่ละข้อของการทำกิจกรรม
- 2) นำผ้าสักหลาดติดกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้จานโลหะอิเล็กทรอนิกส์โคป สังเกตแผ่นโลหะและวาดรูป



- 3) ใช้นิ้วมือแตะจานโลหะ สังเกตแผ่นโลหะบางและวาดรูป



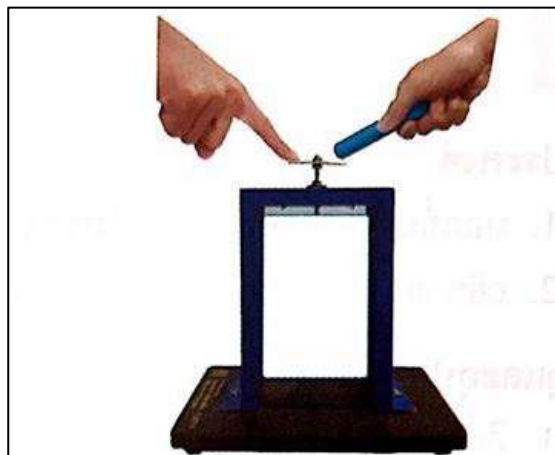
4) ยกนิ้วมือออกจากงานโลหะสังเกตแผ่นโลหะบางและวาดรูป



5) นำท่อพีวีซีออกจากงานโลหะอิเล็กทรอนิกส์สังเกตแผ่นโลหะบางและวาดรูป



5. ผลการทำการทดลอง



6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ในวิธีทำ ข้อ 1 ท่อพีวีซีและจานโลหะมีประจุชนิดใด

ตอบ

.....

.....

2) ในวิธีทำ ข้อ 2, 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม 13.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

- 1) บอกขั้นตอนการทำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า
- 2) อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|------------------------------|---|-----|
| 1) อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ | 1 | ชุด |
| 2) ท่อพีวีซียาว 30 เซนติเมตร | 1 | อัน |
| 3) ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |



รูป แผ่นโลหะบางของอิเล็กโทรสโคป

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนต่อไปนี้และวาดภาพการทางหรือหุบของแผ่นโลหะบาง ในแต่ละข้อของการทำกิจกรรม
- 2) นำผ้าสักหลาดถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป สังเกตแผ่นโลหะและวาดรูป



- 3) ใช้นิ้วมือแตะจานโลหะ สังเกตแผ่นโลหะบางและวาดรูป



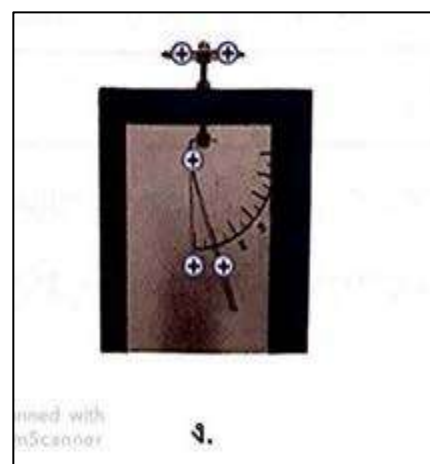
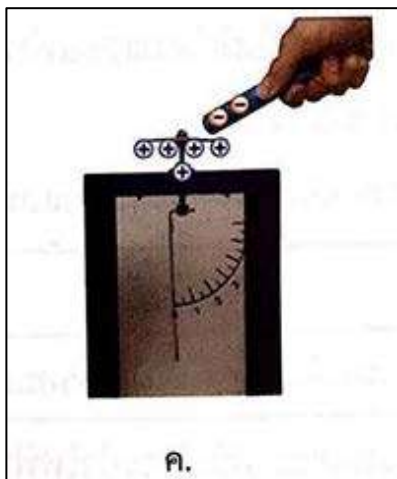
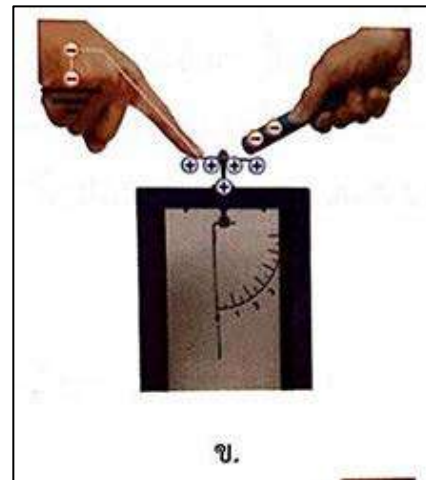
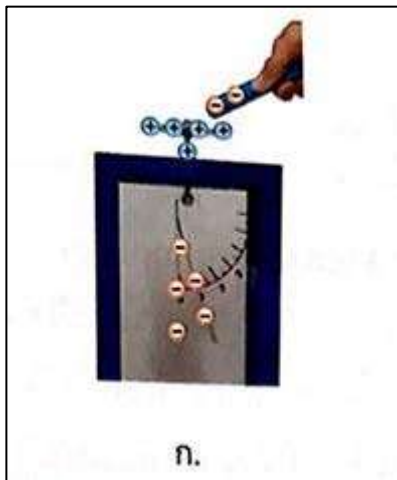
4) ยกนิ้วมือออกจากงานโลหะสังเกตแผ่นโลหะบางและวาดรูป



5) นำท่อพีวีซีออกจากงานโลหะอิเล็กทรอนิกส์สังเกตแผ่นโลหะบางและวาดรูป



5. ผลการทำการทดลอง



6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ในวิธีทำ ข้อ 1 ท่อพีวีซีและจานโลหะมีประจุชนิดใด

ตอบ ท่อพีวีซีมีประจุลบ จานโลหะมีประจุบวก

2) ในวิธีทำ ข้อ 2, 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร

ตอบ ในข้อ 2 แผ่นโลหะบางหุบ เนื่องจากเมื่อนำนิ้วแตะที่จานโลหะอิเล็กตรอนบริเวณแผ่นโลหะจะเคลื่อนที่ไปยังนิ้วมือ และร่างกายเสมือนต่อสายดิน บริเวณแผ่นโลหะบางจึงมีประจุลบน้อยลงจนมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 3 เมื่อนำนิ้วออกจากจานโลหะ โดยท่อพีวีซียังคงอยู่ที่เดิม แผ่นโลหะบางยังคงหุบเนื่องจากยังคงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 4 เมื่อนำท่อพีวีซีออก แผ่นโลหะบางกางออก เนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปบริเวณจานโลหะ ทำให้แกนและแผ่นโลหะบางมีประจุบวกและกางออก)

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลอง พบว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป จะทำให้จานโลหะมีประจุชนิดตรงข้าม เมื่อต่อสายดินหรือใช้นิ้วมือแตะจานโลหะประจุลบจะถ่ายโอนระหว่างอิเล็กโทรสโคปกับสายดินหรือนิ้วมือ ทำให้ประจุบนอิเล็กโทรสโคปที่เหมือนกับประจุบนวัตถุที่มาเหนี่ยวนำหมดไป เมื่อนำสายดินหรือนิ้วมือออก แล้วนำวัตถุมีประจุออกจากจานโลหะ ทำให้บนอิเล็กโทรสโคปเหลือประจุชนิดตรงข้ามกับประจุบนวัตถุที่มาเหนี่ยวนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17

เรื่อง กฎของคูลอมบ์

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

5. อธิบายและคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุตามกฎของคูลอมบ์ได้
- 2) อธิบายแรงไฟฟ้าลัทธิที่กระทำต่อจุดประจุได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) คำนวณแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุตามกฎของคูลอมบ์ได้
- 2) คำนวณแรงไฟฟ้าลัทธิที่กระทำต่อจุดประจุได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

กฎแรงกระทำระหว่างประจุของคูลอมบ์ กล่าวว่า “เมื่อประจุไฟฟ้า 2 ตัว อยู่ห่างกันขนาดหนึ่งจะมีแรงกระทำซึ่งกันและกันเสมอ หากเป็นประจุชนิดเดียวกันจะมีแรงผลักกัน หากเป็นประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดึงดูดกัน” สามารถคำนวณหาขนาดของแรงได้ ทั้งในกรณีแรงผลักและแรงดึงดูดระหว่างประจุ ตามสมการ $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

คุณมบีได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

1) ขนาดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง มีค่าแปรผันตามผลคูณขนาดประจุแต่ละตัว และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง เรียกว่า กฎของคูลอมบ์ (Coulomb's law) ตามสมการ

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

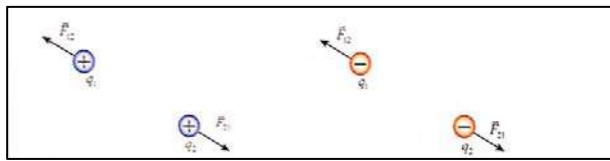
เมื่อ F คือ แรงระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

k คือ ค่าคงตัวคูลอมบ์ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ มีค่าประมาณ 9.0×10^9 นิวตัน เมตร² ต่อคูลอมบ์² (Nm²/C²)

q_1, q_2 คือ ขนาดของประจุทั้งสอง มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)

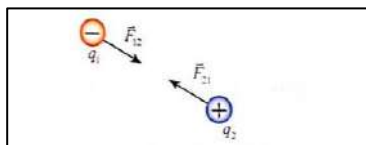
r คือ ระยะระหว่างประจุทั้งสอง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ทิศทางของแรงที่ประจุกระทำต่อกันจะอยู่ในแนวเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อระหว่างประจุคู่หนึ่ง ๆ ถ้าประจุทั้งสองเป็นชนิดเดียวกัน (บวกทั้งคู่หรือลบทั้งคู่) แรงที่กระทำต่อประจุทั้งสองเป็นแรงผลัก และมีทิศชี้ออกจากกันในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างประจุทั้งสอง ดังรูป 13.9



รูป 13.9 แรงระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน

แต่ถ้าประจุทั้งสองเป็นคนละชนิด (บวกและลบ) แรงที่กระทำต่อประจุทั้งสองเป็นแรงดึงดูด และมีทิศทางชี้เข้าหากันในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างประจุทั้งสอง ดังรูป 13.10



รูป 13.10 แรงระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองมีขนาดเท่ากับวัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่งแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน ดังนั้น แรงที่ประจุ q_1 กระทำต่อประจุ q_2 และแรงที่ประจุ q_2 กระทำต่อประจุ q_1 จึงเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน นั่นคือ

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$
$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$$

เมื่อ $\vec{F}_{12}$ คือ แรงที่ประจุไฟฟ้า q_2 กระทำต่อประจุ q_1

$\vec{F}_{21}$ คือ แรงที่ประจุไฟฟ้า q_1 กระทำต่อประจุ q_2

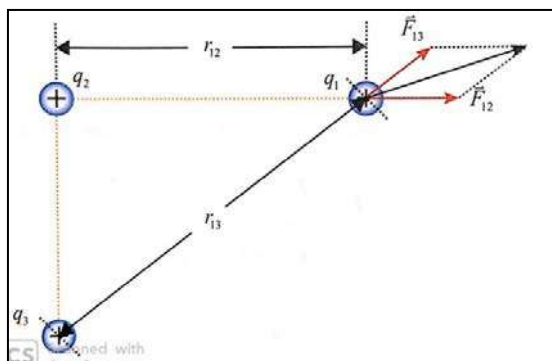
สำหรับระบบหลายประจุ N เมื่อพิจารณาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุหนึ่งๆ ในระบบ ต้องหาแรงไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากประจุอื่นๆ ในระบบที่กระทำต่อประจุนั้นๆ โดยหาได้จากผลรวมแบบเวกเตอร์ของแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุนั้น เช่น แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ q_1 เนื่องจากประจุ $q_2, q_3, \dots, q_N$ เท่ากับ

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots + \vec{F}_{1N}$$

$$\vec{F}_1 = \sum_{i=2}^N \vec{F}_{1i}$$

$$\text{เมื่อ } |\vec{F}_{12}| = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2}, |\vec{F}_{13}| = \frac{kq_1q_3}{r_{13}^2}, \dots, |\vec{F}_{1N}| = \frac{kq_1q_N}{r_{1N}^2}$$

จากรูป 13.11 แรงไฟฟ้าของระบบประจุ 3 ประจุ และการผลรวมแบบเวกเตอร์ของแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ q_1



รูป 13.11 แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ q_1 เนื่องจากประจุ q_2, q_3

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สื่อบันทึกผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม โดยตั้งคำถาม

- 1) ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง (แนวการตอบ 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ)
- 2) แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง (แนวการตอบ 2 ชนิด คือ แรงดึงดูด และแรงผลัก)

3) แรงระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน เรียกว่าแรงอะไร (แนวการตอบ แรงผลัก)

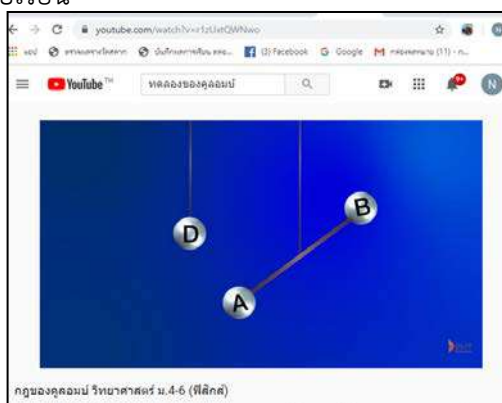
4) แรงระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน เรียกว่าแรงอะไร (แนวการตอบ แรงดึงดูด)

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- 1) นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงระหว่างประจุ มีค่าขึ้นกับปริมาณใดบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูให้นักเรียนชมวิดีโอทัศน์จำลองการทดลองกฎของคูลอมบ์ แล้วให้นักเรียนศึกษาแรงระหว่างประจุตามรายละเอียดในหนังสือเรียน



<https://www.youtube.com/watch?v=r1zUxtQWNwo>

2.2 จากนั้นครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า ขนาดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง มีค่าแปรผันตามผลคูณขนาดประจุแต่ละตัว และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง เรียกว่า กฎของ

คูลอมบ์ ตามสมการ $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$

2.3 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 94 – 96 อย่างละเอียด

2.4 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง กฎของคูลอมบ์ จำนวน 3 ข้อ

2.5 ครูให้นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง กฎของคูลอมบ์ จำนวน 2 ข้อ ลงในสมุด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้

1) จงอธิบายกฎของคูลอมบ์ (แนวการตอบ แรงระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง มีค่าแปรผันตามขนาดประจุแต่ละตัว และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง โดยทิศทางของแรงที่ประจุกระทำต่อกันจะอยู่ในแนวเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อระหว่างประจุคู่นั้น ๆ ถ้าประจุทั้งสองเป็นชนิด

เดียวกัน (บวกทั้งคู่หรือ ลบทั้งคู่) แรงที่กระทำต่อประจุทั้งสองเป็นแรงผลัก และมีทิศชี้ออกจากกันในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างประจุทั้งสอง แต่ถ้าประจุทั้งสองเป็นคนละชนิด (บวกและลบ) แรงที่กระทำต่อประจุทั้งสองเป็นแรงดึงดูด และมีทิศทางชี้เข้าหากันในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างประจุทั้งสอง)

2) จงอธิบายแรงระหว่างประจุไฟฟ้า 2 ประจุ $\vec{F}_{12}$ และ $\vec{F}_{21}$ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ $\vec{F}_{12}$ และ $\vec{F}_{21}$ เป็นแรงตามกฎของคูลอมบ์ โดยแรงที่ประจุ q_2 กระทำต่อประจุ q_1 และแรงที่ประจุ q_1 กระทำต่อประจุ q_2 แรงที่ทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน จึงเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 3 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ สภาพยอมในสุญญากาศ ในหนังสือเรียน หน้า 93

4.2 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง กฎของคูลอมบ์ จำนวน 2 ข้อ

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง กฎของคูลอมบ์ จำนวน 3 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ <https://www.youtube.com/watch?v=r1zUxtQWNwo>

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุตามกฎของคูลอมบ์ได้ 2) อธิบายแรงไฟฟ้าลัทธิที่กระทำต่อจุดประจุได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุตามกฎของคูลอมบ์ได้ 2) คำนวณแรงไฟฟ้าลัทธิที่กระทำต่อจุดประจุได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 3 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง กฎของคูลอมบ์

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง เพียง 1 ข้อ
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง กฎของคูลอมบ์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง กฎของคูลอมบ์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 17 เรื่อง กฎของคูลอมบ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 17 เรื่อง กฎของคูลอมบ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18

เรื่อง สนามไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

6. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายสนามไฟฟ้าได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนดได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

สนามไฟฟ้า คือ บริเวณที่ประจุมีแรงทางไฟฟ้าไปถึง มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อจุดประจุบวกขนาดหนึ่งหน่วย ซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำรูปร่างใดๆ มีค่าเป็นศูนย์และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ โดยเส้นที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุไฟฟ้า เรียกว่าเส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$ สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ

สนามไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นต่อเนื่องแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาได้ว่าเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุมีทิศอยู่ในแนวพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบตามแนวรัศมี ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านได้เส้นเดียว ความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณหนึ่ง ๆ แสดงถึงขนาดของสนามไฟฟ้าในบริเวณนั้น ๆ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะไม่มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านเรียกว่า **จุดสะเทิน (neutral point)**

สำหรับตัวนำทรงกลมประจุไฟฟ้าจะกระจายอย่างสม่ำเสมอบริเวณผิวตัวนำ และสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม มีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำ ต่อเนื่องออกไปจากผิวในแนวรัศมีทรงกลม หาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีประจุ Q เท่ากัน แต่อยู่ที่จุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลม ตามสมการ

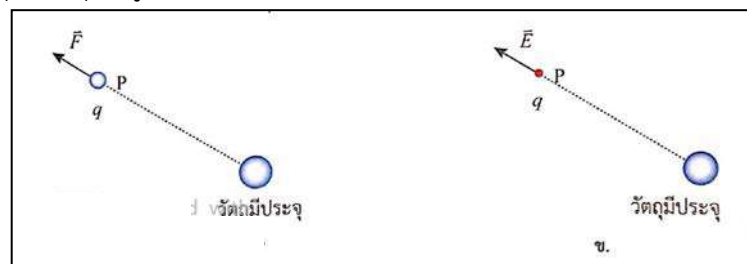
$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

เมื่อนำ ประจุ q มวล m วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีแรงไฟฟ้าทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงไฟฟ้า ตามสมการ $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

สามารถแสดงว่าบริเวณหนึ่งมีสนามไฟฟ้าได้ โดยนำประจุบวก q เรียกว่า **ประจุทดสอบ** (outer space) ไปวาง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ หากมีแรงไฟฟ้า $\vec{F}$ กระทำต่อประจุทดสอบ ณ ตำแหน่งนั้น แสดงว่าตำแหน่งนั้นมีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ดังรูป 13.12 ก. มีแรง $\vec{F}$ กระทำต่อประจุที่จุด P แสดงว่ามีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ที่จุด P เนื่องจากวัตถุที่มีประจุ ดังรูป 13.12 ข.



รูป 13.12 ก. แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ q ข. สนามไฟฟ้าที่จุด P

สนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ที่จุด P เนื่องจากวัตถุที่มีประจุ นิยามได้เป็น

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

โดยประจุทดสอบ q ควรมีค่าประจุน้อยๆ หากประจุทดสอบมีค่าประจุมาก สนามไฟฟ้าจากประจุทดสอบจะไปเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าในบริเวณที่พิจารณาได้ สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ เช่นเดียวกับแรงไฟฟ้า มีหน่วยเป็นนิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C) และมีทิศทางเดียวกับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุบวกที่ใช้ทดสอบ แต่จะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุลบเมื่อวางในสนามไฟฟ้า

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง กฎของคูลอมบ์ และสมการหาระหว่างประจุไฟฟ้า
- 1.2 ครูตั้งถามให้นักเรียนตอบ

ครู : ถ้าเราต้องการทราบว่า ตำแหน่งใดมีสนามไฟฟ้าหรือไม่ ต้องทำอะไร (แนวการตอบ อาจตรวจสอบได้โดยนำประจุทดสอบ q ไปวางไว้ ณ ตำแหน่งนั้น ถ้ามีแรงกระทำกับประจุทดสอบ q แสดงว่าตำแหน่งนั้นมีสนามไฟฟ้า ถ้าไม่มีแรงกระทำก็แสดงว่าไม่มีสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสนามไฟฟ้าตามเนื้อหาในหนังสือเรียน
- 2.2 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 100 อย่างละเอียด
- 2.3 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง สนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด
- 2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง สนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้
 - 1) จงอธิบายความหมายสนามไฟฟ้า (แนวการตอบ บริเวณที่ประจุมีแรงทางไฟฟ้าไปถึง มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อจุดประจุบวกขนาดหนึ่งหน่วย ซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ ตามสามการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง สนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง สนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายสนามไฟฟ้าได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนดได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้า

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้า
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 18 เรื่อง สนามไฟฟ้า
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 18 เรื่อง สนามไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19

เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัยศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

6. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายสนามไฟฟ้าของจุดประจุได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

สนามไฟฟ้า คือ บริเวณที่ประจุมีแรงทางไฟฟ้าไปถึง มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อจุดประจุบวกขนาดหนึ่งหน่วย ซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ ตามสามการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ โดยเส้นที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุไฟฟ้า เรียกว่าเส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$ สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ

สนามไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นต่อเนื่องแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาได้ว่าเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุมีทิศอยู่ในแนวพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบตามแนวรัศมี ณ ตำแหน่งหนึ่งๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านได้เส้นเดียว ความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณหนึ่ง ๆ แสดงถึงขนาดของสนามไฟฟ้าในบริเวณนั้นๆ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะไม่มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านเรียกว่า **จุดสะเทิน (neutral point)**

สำหรับตัวนำทรงกลมประจุไฟฟ้าจะกระจายอย่างสม่ำเสมอบริเวณผิวตัวนำ และสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม มีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำ ต่อเนื่องออกไปจากผิวในแนวรัศมีทรงกลม หาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีประจุ Q เท่ากัน แต่อยู่ที่จุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลม ตามสมการ

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

เมื่อนำ ประจุ q มวล m วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีแรงไฟฟ้าทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงไฟฟ้า ตามสมการ $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

สนามไฟฟ้าของจุดประจุ แรงไฟฟ้าที่กระทำระหว่างสองจุดประจุ เกิดจากประจุไฟฟ้าหนึ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าของอีกประจุไฟหนึ่ง เช่น ให้ประจุ q เป็นประจุทดสอบที่อยู่ในสนามไฟฟ้าที่มาจากประจุ Q ซึ่งเป็นประจุต้นกำเนิด (source charge) ณ ตำแหน่งห่างเป็นระยะทาง r

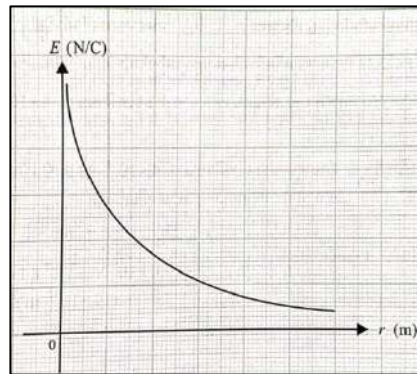
$$\text{จากกฎของคูลอมบ์} \quad E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\text{และ} \quad E = \frac{F}{q}$$

จะได้ว่า สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ Q ที่ตำแหน่งหนึ่งๆ ที่ห่างจากประจุ Q เป็นระยะทาง r

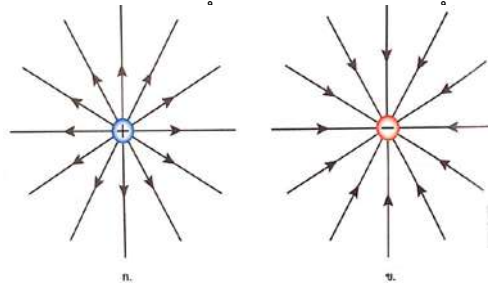
$$\text{มีค่า คือ} \quad E = \frac{\frac{kqQ}{r^2}}{q} = \frac{kQ}{r^2}$$

จากสมการข้างต้น ขนาดสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ Q แปรผันตรงกับประจุไฟฟ้า Q และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างจากจุดประจุ Q โดยสนามไฟฟ้ามีค่ามากเมื่ออยู่ใกล้จุดประจุต้นกำเนิดและมีค่าลดลงเมื่อไกลออกไป กราฟระหว่างสนามไฟฟ้า (E) กับระยะห่าง (r) จากประจุต้นกำเนิดเป็นดังรูป 13.13



รูป 13.13 กราฟระหว่างขนาดสนามไฟฟ้า (E) กับระยะห่างจากจุดประจุ (r)

เนื่องจากทิศทางของสนามไฟฟ้า พิจารณาจากแรงกระทำต่อประจุบวกทดสอบ และเนื่องจากประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน ประจุชนิดตรงข้ามกันดึงดูดกัน จะสรุปได้ว่าสนามไฟฟ้ามีทิศทางออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวก และเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ ดังรูป 13.14



รูป 13.14 ก. ทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุด P ห่างจากประจุต้นกำเนิด $+Q$ เป็นระยะ r

ข. ทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุด P ห่างจากประจุต้นกำเนิด $-Q$ เป็นระยะ r

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความหมายของสนามไฟฟ้า และสมการที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสนามไฟฟ้าของจุดประจุตามเนื้อหาในหนังสือเรียน

2.2 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 102 อย่างละเอียด

2.3 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด

2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้

1) จงอธิบายความหมายสนามไฟฟ้าของจุดประจุ (แนวคำตอบ สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$ สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายสนามไฟฟ้าของจุดประจุได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) สมุดของนักเรียน	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 19 เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 19 เรื่อง สนามไฟฟ้าของจุดประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20

เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัยศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

6. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายสนามไฟฟ้าลัทธิของระบบจุดประจุได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าลัทธิของระบบจุดประจุได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

สนามไฟฟ้า คือ บริเวณที่ประจุมีแรงทางไฟฟ้าไปถึง มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อจุดประจุบวกขนาดหนึ่งหน่วย ซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ ตามสามการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ โดยเส้นที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุไฟฟ้า เรียกว่าเส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$ สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ

สนามไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นต่อเนื่องแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาได้ว่าเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุมีทิศอยู่ในแนวพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบตามแนวรัศมี ณ ตำแหน่งหนึ่งๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านได้เส้นเดียว ความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณหนึ่ง ๆ แสดงถึงขนาดของสนามไฟฟ้าในบริเวณนั้นๆ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะไม่มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านเรียกว่า **จุดสะเทิน (neutral point)**

สำหรับตัวนำทรงกลมประจุไฟฟ้าจะกระจายอย่างสม่ำเสมอบริเวณผิวตัวนำ และสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม มีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำ ต่อเนื่องออกไปจากผิวในแนวรัศมีทรงกลม หาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีประจุ Q เท่ากัน แต่อยู่ที่จุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลม ตามสมการ

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

เมื่อนำ ประจุ q มวล m วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีแรงไฟฟ้าทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงไฟฟ้า ตามสมการ $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

5. การเรียนรู้

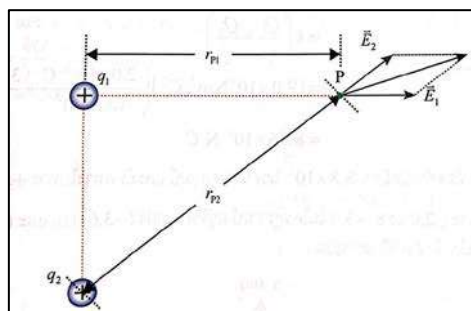
5.1 ความรู้

สนามไฟฟ้าของระบบประจุ สำหรับระบบประจุ N ประจุ สนามไฟฟ้าลัทธิที่ตำแหน่งหนึ่งๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \cdots + \vec{E}_N$$

$$\vec{E}_1 = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i$$

เช่น สนามไฟฟ้าของระบบประจุ 2 ประจุ และการรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง P



รูป 13.15 สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง P จาก 2 ประจุ

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

- 6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความหมายของสนามไฟฟ้าจุดประจุ และสมการที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสนามไฟฟ้าของระบบประจุตามเนื้อหาในหนังสือเรียน
- 2.2 ครุณำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 102 อย่างละเอียด
- 2.3 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง สนามไฟฟ้าลัทธิของระบบจุดประจุ

จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด

- 2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้
 - 1) จงอธิบายความหมายสนามไฟฟ้าของระบบประจุ (แนวการตอบ สนามไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ)
- 3.2 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนตอบคำถาม เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ จำนวน 1 ข้อ
- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 13.3 เรื่อง สนามไฟฟ้าลัทธิของระบบจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายสนามไฟฟ้าของระบบประจุได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าลัพท์ของระบบจุดประจุได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 20 เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 20 เรื่อง สนามไฟฟ้าของระบบประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 21

เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

6. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากกระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายของเส้นสนามไฟฟ้าได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

สนามไฟฟ้า คือ บริเวณที่ประจุมีแรงทางไฟฟ้าไปถึง มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อจุดประจุบวกขนาดหนึ่งหน่วย ซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ ตามสามการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ โดยเส้นที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุไฟฟ้า เรียกว่าเส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$ สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ

สนามไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นต่อเนื่องแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาได้ว่าเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุมีทิศอยู่ในแนวพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบตามแนวรัศมี ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านได้เส้นเดียว ความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณหนึ่ง ๆ แสดงถึงขนาดของสนามไฟฟ้าในบริเวณนั้น ๆ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะไม่มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านเรียกว่า **จุดสะเทิน (neutral point)**

สำหรับตัวนำทรงกลมประจุไฟฟ้าจะกระจายอย่างสม่ำเสมอบริเวณผิวตัวนำ และสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม มีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำ ต่อเนื่องออกไปจากผิวในแนวรัศมีทรงกลม หาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีประจุ Q เท่ากัน แต่อยู่ที่จุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลม ตามสมการ

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

เมื่อนำ ประจุ q มวล m วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีแรงไฟฟ้าทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงไฟฟ้า ตามสมการ $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

เส้นสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้ามีอยู่ในบริเวณที่มีแรงไฟฟ้ากระทำต่อประจุทดสอบ โดยสนามไฟฟ้ามีทิศทางออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวก และมีทิศทางเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบดังแสดงในรูป 13.14 ทิศทางของสนามไฟฟ้างดกล่าว นำมาใช้เป็นเส้นต่อเนื่องในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า เรียกว่า **เส้นสนามไฟฟ้า (electric field line)**

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความหมายของสนามไฟฟ้าของระบบประจุ และสมการที่เกี่ยวข้อง
- 1.2 ครูนำเข้าสู่หัวข้อที่ 13.3.4 โดยนำอภิปรายเกี่ยวกับเส้นสนามไฟฟ้า จนสรุปได้ว่า เส้นต่อเนื่องที่แสดงทิศทางสนามไฟฟ้าในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า เรียกว่า **เส้นสนามไฟฟ้า (electric field line)**
- 1.3 ครูสาธิตลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าจากขั้วโลหะปลายแหลมด้วยด้ายทาบิซึม แล้วครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- แนวเส้นสีม่วงมีลักษณะอย่างไร และสามารถเขียนแสดงลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าจากจุดประจุสองจุดที่ต่างกันได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหาเรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า ในหนังสือเรียน หน้า 106-110 แล้วสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้าลงในกระดาษ A4 ในรูปแบบ Mind mapping

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมานำเสนอ Mind mapping ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูนำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ เรื่อง จุดสะเทิน มาอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนส่งสมุดสรุปองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้า ในรูปแบบ Mind mapping

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายของเส้นสนามไฟฟ้าได้	1) ตรวจ Mind mapping	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้	1) ตรวจ Mind mapping	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจ Mind mapping	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	2	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	1	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 21 เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 21 เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 22

เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

6. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้าได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

สนามไฟฟ้า คือ บริเวณที่ประจุมีแรงทางไฟฟ้าไปถึง มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อจุดประจุบวกขนาดหนึ่งหน่วย ซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ โดยเส้นที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุไฟฟ้า เรียกว่า เส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$ สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ

สนามไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นต่อเนื่องแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาได้ว่าเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุมีทิศอยู่ในแนวพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบตามแนวรัศมี ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านได้เส้นเดียว ความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณหนึ่ง ๆ แสดงถึงขนาดของสนามไฟฟ้าในบริเวณนั้น ๆ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะไม่มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านเรียกว่า **จุดสะเทิน (neutral point)**

สำหรับตัวนำทรงกลมประจุไฟฟ้าจะกระจายอย่างสม่ำเสมอบริเวณผิวตัวนำ และสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม มีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำ ต่อเนื่องออกไปจากผิวในแนวรัศมีทรงกลม หาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีประจุ Q เท่ากัน แต่อยู่ที่จุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลม ตามสมการ

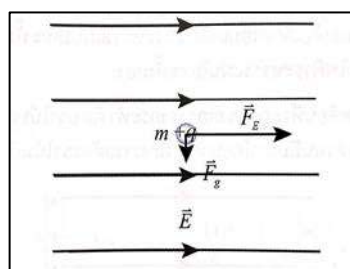
$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

เมื่อนำประจุ q มวล m วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีแรงไฟฟ้าทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงไฟฟ้า ตามสมการ $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า เมื่อนำประจุบวก q มวล m วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ บนโลก แรงที่กระทำต่อประจุมี 2 แรง คือ แรงโน้มถ่วง ($\vec{F}_g$) และแรงไฟฟ้า ($\vec{F}_E$) ดังรูป 13.24



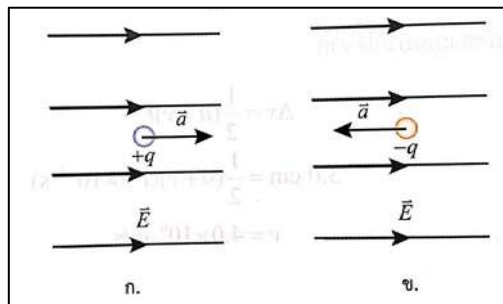
รูป 13.24 แรงที่กระทำต่อประจุบวก q ที่อยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ในกรณีมวล m น้อยมาก แรงโน้มถ่วงจะมีขนาดน้อยมากเมื่อเทียบกับแรงไฟฟ้า จึงอาจไม่พิจารณาแรงโน้มถ่วง ทำให้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ คือ แรงไฟฟ้าซึ่งมีค่า $q \vec{E}$ จากกฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตัน จะได้

$$m\vec{a} = \vec{F}_E = q \vec{E}$$

ประจุไฟฟ้าจึงมีความเร่ง
$$\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

ถ้าสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ สมำเสมอ (คงตัวทั้งขนาดและทิศทาง) ความเร่งจะมีค่าคงตัว โดยความเร่งจะมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าสำหรับประจุบวก และมีทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าสำหรับประจุลบ ดังรูป 13.25 ก. และ ข.



รูป 13.25 ก. ทิศทางความเร่งของประจุบวก q ในสนามไฟฟ้า

ข. ทิศทางความเร่งของประจุลบ q ในสนามไฟฟ้า

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความหมายของเส้นสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของแรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้าตามเนื้อหาในหนังสือเรียน

2.2 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 112 - 113 อย่างละเอียด

2.3 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัด เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด (โดยเปลี่ยนตัวเลขในโจทย์ปัญหา ตัวอย่าง 13.8)

2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 13.3 เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้

1) เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นตรงขนานกัน แสดงว่าสนามไฟฟ้ามีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร และถ้ามีจุดประจุไฟฟ้าอยู่ในบริเวณนั้น แรงที่กระทำ ต่อประจุไฟฟ้า นั้น จะมีค่าคงตัวหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวการตอบ เส้นสนามไฟฟ้าแสดงสนามไฟฟ้าบริเวณระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เนื่องจากเส้นที่เขียนแทนเส้นสนามไฟฟ้ามีขนาดและระยะห่างเท่ากัน ซึ่งแสดงว่าสนามไฟฟ้ามีขนาดคงตัวและทิศทางเดียวกัน หากมีประจุไฟฟ้าในบริเวณนี้จะมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุที่มีค่าคงตัว ซึ่งมีเพียงแรงเดียว คือ แรงไฟฟ้า ซึ่งมีค่า $q \vec{E}$ (ไม่คิดแรงโน้มถ่วง))

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 13.3 เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ

5.2 นักเรียนทำโจทย์ปัญหา เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า จำนวน 1 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายแรงไฟฟ้าที่กระทำ ต่ออนุภาคที่มีประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้าได้	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 22 เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 22 เรื่อง แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์ดา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 23

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายพลังงานศักย์ไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

เมื่อนำประจุไปอยู่ ณ ตำแหน่งหนึ่งในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดพลังงานศักย์ไฟฟ้า U ของประจุนั้น เมื่อประจุเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ไฟฟ้าและ พลังงานจลน์ของประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

เมื่อประจุ q อยู่ในสนามไฟฟ้า ทำให้มีพลังงานศักย์ไฟฟ้า U ของประจุ จะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุ ณ ตำแหน่งนั้น เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า (electric field) ตามสมการ $V = \frac{U}{q}$

ความต่างศักย์ หมายถึง ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเทียบกับอีกตำแหน่งหนึ่ง ความต่างศักย์ที่ตำแหน่ง B เทียบกับตำแหน่ง A หาได้จาก $V_B - V_A = \Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับงานเนื่องจากแรงไฟฟ้าในการเคลื่อนที่หนึ่งหน่วยประจุบวก จาก A ไป B ตามสมการ $V_B - V_A = -\frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$

ความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอระหว่างสองตำแหน่งที่ห่างกันเป็นระยะ d ในแนวขนานสนามไฟฟ้า หาได้จาก $\Delta V = -Ed$

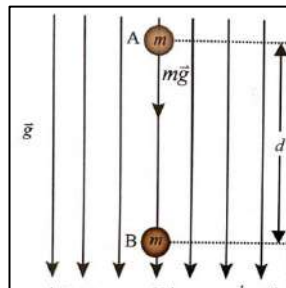
ศักย์ไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $V = \frac{kQ}{r}$ ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบวกมีค่าเป็นบวกและศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุลบมีค่าเป็นลบ

ศักย์ไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบสเกลาร์ของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ วัตถุที่มีมวล m เมื่ออยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลกจะถูกแรงโน้มถ่วงกระทำ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เข้าสู่ศูนย์กลางโลก มิงานของแรงโน้มถ่วงเกิดขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์โน้มถ่วง เช่น เมื่อปล่อยวัตถุจากตำแหน่ง A วัตถุจะเคลื่อนที่มายังตำแหน่ง B ได้เอง และมีงานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเกิดขึ้น โดยงานของแรงโน้มถ่วง $m\vec{g}$ ที่กระทำต่อวัตถุมวล m ดังรูป 13.26



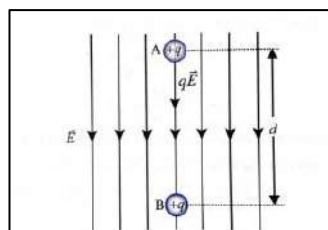
รูป 13.26 แรงกระทำต่อมวล m เมื่ออยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลก

เมื่อเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B ซึ่งมีการกระจัด ($\Delta y = d$) ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วงมีค่า $W_{A \rightarrow B} = mgd$ โดยงานนี้มีค่าเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุที่ลดลง และมีค่าเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เพิ่มขึ้นสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$W_{A \rightarrow B} = mgd = -\Delta E_p = \Delta E_k$$

ในทำนองเดียวกัน ถ้านำประจุ $+q$ ไปวางที่ตำแหน่ง A ซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

$\vec{E}$ ดังรูป 13.2



รูป 13.27 แรงกระทำต่อประจุ q เมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ประจุ $+q$ จะถูกแรงไฟฟ้า $q\vec{E}$ กระทำ ทำให้ประจุนี้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B มีขนาดการกระจัด d ในทิศทางเดียวกับแรงไฟฟ้า มีค่างานของแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าเป็น

$$W_{A \rightarrow B} = qEd$$

โดยงานนี้เท่ากับพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุ $+q$ ที่ลดลงและเท่ากับพลังงานจลน์ของประจุ $+q$ ที่เพิ่มขึ้น ดังสมการ

$$W_{A \rightarrow B} = mgd = -\Delta E_p = \Delta E_k$$

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงว่า การเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้สนามโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่ของประจุภายใต้สนามไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ของวัตถุสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ตามสมการ

$$\Delta E_k = -\Delta E_p$$

จะได้

$$\Delta E_k + \Delta E_p = 0$$

แสดงว่า

$$E = E_{kA} + E_{pA} = E_{kB} + E_{pB} = \text{คงตัว}$$

ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

ในกรณีประจุ q อยู่ในสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งหนึ่งจะเกิดพลังงานศักย์ไฟฟ้า (ของประจุ q) ซึ่งแทนด้วย U จะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อหน่วยประจุ ณ ตำแหน่งนั้น เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า (electric potential) แทนด้วย V ตามสมการ $V = \frac{U}{q}$

ศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์มีหน่วยเป็น มีหน่วยเป็นจูลต่อคูลอมบ์ (J/C) ซึ่งเรียกว่า โวลต์ (volt, V)

จากความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้ากับพลังงานศักย์ไฟฟ้า เราสามารถพิจารณาความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งในสนามไฟฟ้าจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ไฟฟ้า ตามสมการ

$$V_B - V_A = -\frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

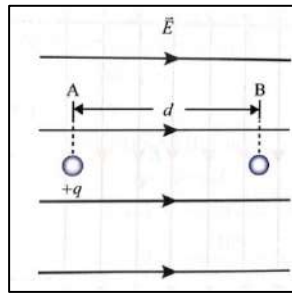
$$V_B - V_A = \Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

โดย $V_B - V_A$ หมายถึง ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่ง B เทียบกับตำแหน่ง A แทนด้วย ΔV มีหน่วยโวลต์เช่นเดียวกับศักย์ไฟฟ้า และเป็นปริมาณสเกลาร์ ถ้าให้ตำแหน่งอ้างอิงมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ($V_{ref} = 0$) จะได้ ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่งที่พิจารณาเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง คือ ศักย์ไฟฟ้าตำแหน่งนั้น ตามสมการ

$$V_A - V_{ref} = V_A$$

ความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ในกรณีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้าได้ดังนี้



รูป 13.28 ประจุไฟฟ้า $+q$ เมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ $\vec{E}$

จากรูป 13.28 ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่ง B เทียบกับตำแหน่ง A หาได้จากสมการ

$$V_B - V_A = -\frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

โดย $W_{A \rightarrow B}$ ตามรูป 13.28 มีค่าเป็น qEd จะได้

$$V_B - V_A = -\frac{qEd}{q}$$

$$V_B - V_A = -Ed$$

ความต่างศักย์ที่ได้มีค่าเป็นลบ แสดงว่าศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A มีค่าสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความหมายของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ และสนามไฟฟ้า
- 1.2 ครูทบทวนเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ดังนี้

- 1) เมื่อวัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยถือว่าที่ระดับอ้างอิง วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากับศูนย์
- 2) การเลือกตำแหน่งอ้างอิงเพื่อบอกค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ผู้สังเกตสามารถเลือกตำแหน่งใดก็ได้
- 3) เมื่อปล่อยวัตถุให้เคลื่อนที่อย่างอิสระ วัตถุจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าไปตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงน้อยกว่า

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอตามเนื้อหาในหนังสือเรียน
- 2.2 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 119 อย่างละเอียด
- 2.3 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัดที่ 13 (ปัญหา ข้อ 6.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด
- 2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้
 - 1) จงอธิบายความหมายของศักย์ไฟฟ้า (แนวการตอบ เมื่อประจุ q อยู่ในสนามไฟฟ้า ทำให้มีพลังงานศักย์ไฟฟ้า U ของประจุ จะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุ ณ ตำแหน่งนั้น)
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายความหมายของพลังงานศักย์ไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้า
- 3.3 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จำนวน 1 ข้อ
- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13 (ปัญหา ข้อ 6.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายพลังงานศักย์ไฟฟ้า และ ศักย์ไฟฟ้าได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้า
สม่ำเสมอ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 23 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 23 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 24

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

เมื่อนำประจุไปอยู่ ณ ตำแหน่งหนึ่งในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดพลังงานศักย์ไฟฟ้า U ของประจุนั้น เมื่อประจุเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ไฟฟ้าและ พลังงานจลน์ของประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

เมื่อประจุ q อยู่ในสนามไฟฟ้า ทำให้มีพลังงานศักย์ไฟฟ้า U ของประจุ จะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุ ณ ตำแหน่งนั้น เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า (electric field) ตามสมการ $V = \frac{U}{q}$

ความต่างศักย์ หมายถึง ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเทียบกับอีกตำแหน่งหนึ่ง ความต่างศักย์ที่ตำแหน่ง B เทียบกับตำแหน่ง A หาได้จาก $V_B - V_A = \Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับงานเนื่องจากแรงไฟฟ้าในการเคลื่อนที่หนึ่งหน่วยประจุบวก จาก A ไป B ตามสมการ $V_B - V_A = -\frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$

ความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอระหว่างสองตำแหน่งที่ห่างกันเป็นระยะ d ในแนวขนานสนามไฟฟ้า หาได้จาก $\Delta V = -Ed$

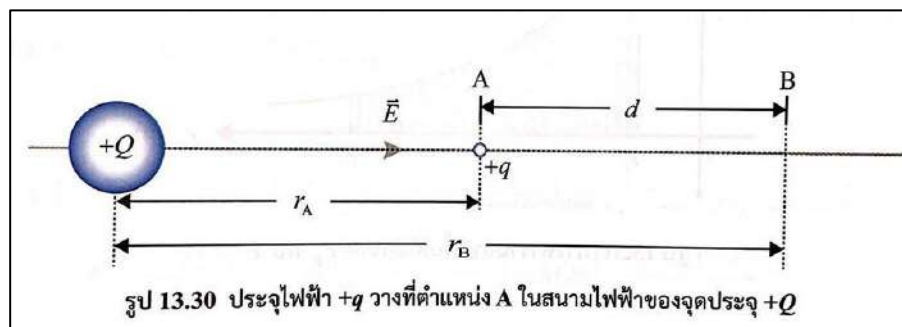
ศักย์ไฟฟ้าของจุดประจุ ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากประจุนำเน็ด Q เป็นระยะทาง r หาได้จาก $V = \frac{kQ}{r}$
 ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบวกมีค่าเป็นบวกและศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุลบมีค่าเป็นลบ

ศักย์ไฟฟ้าของระบบประจุที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบสเกลาร์ของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมีค่าเท่ากับ $E = \frac{kQ}{r^2}$ เนื่องจากประจุ $+Q$ นั่นคือ สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมีค่าไม่คงตัว แสดงว่าถ้านำประจุไฟฟ้า $+q$ ไปวางในสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A ดังรูป 13.30 ประจุไฟฟ้า $+q$ จะเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าของประจุ $+Q$ จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B



รูป 13.30 ประจุไฟฟ้า $+q$ วางที่ตำแหน่ง A ในสนามไฟฟ้าของจุดประจุ $+Q$

จะมีแรงไฟฟ้า $q\vec{E}$ กระทำกับประจุ $+q$ มีขนาดเป็น

$$F_E = q \left(\frac{kQ}{r^2} \right)$$

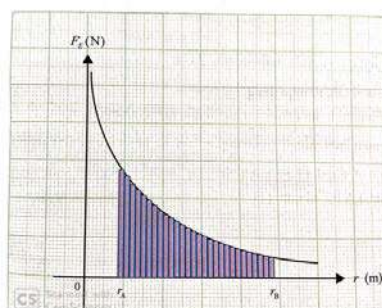
$$F_E = \frac{kQq}{r^2}$$

งานทั้งหมด = ผลบวกของงานย่อย

วิธีหางานจากผลรวมของงานย่อยหาจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่งทำได้ดังต่อไปนี้

จากแรง $F_E = \frac{kQq}{r^2}$ แสดงว่า F_E มีค่าลดลงเป็นสัดส่วนกับกำลังสองของระยะห่างจากจุดประจุที่ให้สนามไฟฟ้า การหางานจากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟดังรูป

13.31



สรุปว่าศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ Q ที่ตำแหน่งห่างจากจุดประจุ Q เป็นระยะ r หาได้จาก

$$V = \frac{kQ}{r}$$

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมีค่าเท่ากับ $E = \frac{kQ}{r^2}$ เนื่องจากประจุ $+Q$ นั่นคือสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมีค่าไม่คงตัว แสดงว่าถ้านำประจุไฟฟ้า $+q$ ไปวางในสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A ดังรูป 13.30 ประจุไฟฟ้า $+q$ จะเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าของประจุ $+Q$ จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

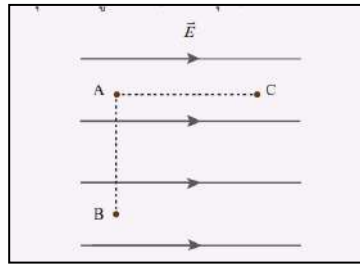
- 2.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ ตามเนื้อหาในหนังสือเรียน
- 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหาในหนังสือ หน้า 123-127 อย่างละเอียด
- 2.3 ครูทดสอบนักเรียนโดยให้ทำแบบฝึกหัดที่ 13.4 (ข้อ 3.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด
- 2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 13.4 (ข้อ 2.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้

- 1) สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ($\square \vec{E}$) จุด A, B และ C อยู่ตำแหน่ง ดังรูป จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

- ก) ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A มีค่าสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่จุด B
 ข) ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A มีค่าสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่จุด C



(แนวการตอบ ก) ผิดเนื่องจากศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่จุด B ข) ถูก เนื่องจากสนามไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบแบบฝึกหัดที่ 13.4 (ข้อ 3.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ หน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 13.4 (ข้อ 2.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ จำนวน 1 ข้อ

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13.4 (ข้อ 3.) เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ได้	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ได้	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัด 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน 2 หมายถึง ระดับดี
 คะแนน 1 หมายถึง ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	4-5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	2-3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 24 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 24 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 25

เรื่อง หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายโครงสร้าง หลักการทำงาน การประจุและการคายประจุของตัวเก็บประจุได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บประจุได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น

4. สาระสำคัญ

ตัวเก็บประจุ (capacitor) คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมและคายประจุไฟฟ้า มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย ตัวนำสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน

เมื่อนำตัวเก็บประจุไปต่อกับแบตเตอรี่ ทำให้แผ่นตัวนำแต่ละแผ่นมีประจุสะสม $-Q$ และ $+Q$ ถือว่าตัวเก็บประจุมีประจุสะสมเท่ากับ Q ซึ่งเรียกว่า **การประจุ (charging)**

เมื่อนำตัวเก็บประจุที่ผ่านการประจุแล้วไปต่อเข้ากับวงจรกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้มีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าจากตัวเก็บประจุผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า **การคายประจุ (discharging)** และหยุดถ่ายโอนเมื่อประจุไฟฟ้าที่สะสมเท่ากับศูนย์

ความจุ (capacitance) เป็นความสามารถในการเก็บประจุของตัวเก็บประจุ หาได้จากอัตราส่วนของประจุไฟฟ้าต่อความต่างศักย์ ตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

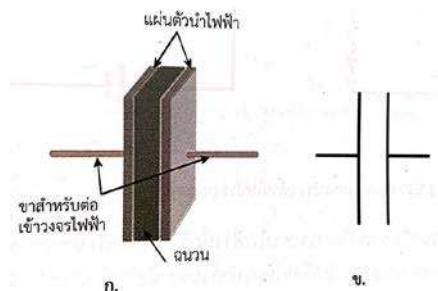
ตัวเก็บประจุ (capacitor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมและคายประจุไฟฟ้า สามารถไปประยุกต์ใช้หลากหลายด้าน เช่น เป็นแหล่งสำรองพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้แสงแฟลชสำหรับกล้องถ่ายรูป จอสัมผัสของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัวอย่างของตัวเก็บประจุชนิดต่างๆ ดังรูป 13.35



รูป 13.35 ตัวเก็บประจุชนิดต่างๆ

โครงสร้างพื้นฐานของตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน เช่น ตัวเก็บประจุที่ประกอบด้วยแผ่นตัวนำสองแผ่นวางขนานกันและมีฉนวนคั่นกลาง ดังรูป 13.36 ก. ตัวเก็บประจุลักษณะนี้เรียกว่า ตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน (parallel-plate capacitor) ซึ่งเป็นชนิดของตัวเก็บประจุที่ใช้ในการศึกษาในช่วงเริ่มต้น และเป็นชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

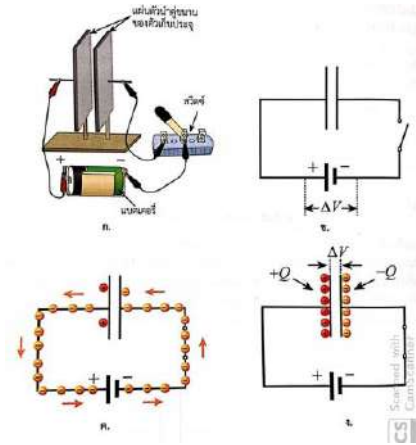
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้าจะเขียนเป็นสี่เหลี่ยมสองสี่เหลี่ยมคั่นกัน ดังรูป 13.36 ข.



รูป 13.36 ก. โครงสร้างของตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน

ข. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเก็บประจุ

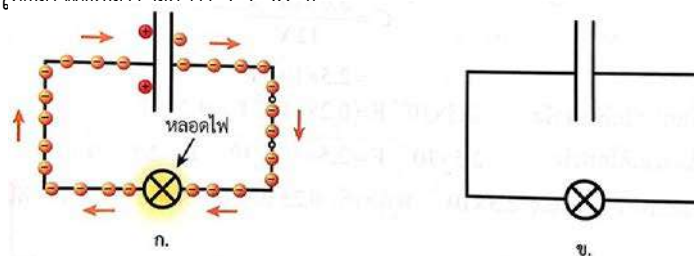
หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ พิจารณาตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนานที่ประกอบด้วยแผ่นตัวนำสองแผ่นวางขนานกันและระหว่างกลางมีช่องว่าง มีอากาศทำหน้าที่เป็นฉนวน เมื่อนำตัวเก็บประจุไปต่อกับแบตเตอรี่และสวิตช์เป็นวงจร โดยแผ่นตัวนำแผ่นด้านขวามือต่อกับสวิตช์ที่ต่ออยู่กับขั้วของแบตเตอรี่(ศักย์ไฟฟ้าต่ำ) และแผ่นตัวนำด้านซ้ายมือต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่(ศักย์ไฟฟ้าสูง) ดังรูป 13.37 ก. ซึ่งแสดงเป็นวงจรไฟฟ้าได้ ดังรูป



รูป 13.37 ขั้นตอนการประจุตัวเก็บประจุคู่ขนาน

เริ่มต้นตัวเก็บประจุมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อเปิดสวิตช์เพื่อทำให้วงจรปิด อิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ออกจากขั้วลบของแบตเตอรี่ไปยังแผ่นตัวนำด้านขวามือ ขณะเดียวกัน อิเล็กตรอนอิสระบนแผ่นตัวนำด้านซ้ายมือจะถูกแรงผลักจากอิเล็กตรอนบนแผ่นตัวนำด้านขวามือให้เคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกของแบตเตอรี่ของแบตเตอรี่ ดังรูป 13.17 ค. กระบวนการนี้เรียกว่า **การประจุ (charging)** ซึ่งทำให้แผ่นตัวนำด้านขวามือมีประจุสะสมเป็นลบ และแผ่นตัวนำด้านซ้ายมือมีประจุสะสมบวกในขนาดที่เท่ากับประจุลบบนแผ่นตัวนำด้านขวามือ การที่มีประจุชนิดตรงข้ามกันสะสมเพิ่มขึ้นบนแผ่นตัวนำทั้งสองทำให้ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสองเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเมื่อความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสองเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่อิเล็กตรอนอิสระจะหยุดการเคลื่อนที่ที่ทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองมีประจุสะสมจำนวนหนึ่ง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ $-Q$ และ $+Q$ ดังรูป 13.37 ซึ่งกล่าวได้ว่า ตัวเก็บประจุมีประจุสะสมเท่ากับ Q

เมื่อนำตัวเก็บประจุที่มีประจุสะสมเท่ากับ Q ไปต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ แล้วเปิดสวิตช์ อิเล็กตรอนอิสระในตัวเก็บประจุจะเคลื่อนที่ผ่านหลอดไฟในทิศทางตรงข้ามกับขั้นตอนการประจุ ดังรูป 13.38 ก. กระบวนการนี้เรียกว่า **การคายประจุ (discharging)** ซึ่งทำให้พลังงานไฟฟ้าที่สะสมในตัวเก็บประจุถูกถ่ายโอนไปยังหลอดไฟ หลอดไฟจึงสว่าง จนกระทั่งเมื่อประจุปริมาณ Q เคลื่อนที่ผ่านหลอดไฟจนหมดแล้ว การคายประจุของตัวเก็บประจุจะหยุดลง หลอดไฟจึงดับ! ดังรูป 13.38 ข.



รูป 13.38 ขั้นตอนการคายประจุตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน

ความจุของตัวเก็บประจุ ความสามารถในการเก็บประจุของตัวเก็บประจุเรียกว่า **ความจุ (capacitance)** แทนด้วย C หาได้จากอัตราส่วนระหว่างประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ Q กับความต่างศักย์ที่ตัวเก็บประจุ ΔV เขียนแทนได้ด้วยสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$

ความจุมีหน่วยคูลอมบ์ต่อโวลต์ (C/V) หรือฟารัด (farad, F) ซึ่งตัวเก็บประจุที่ใช้งานทั่วไปมีความจุไม่มากนัก จึงระบุหน่วยความจุเป็นไมโครฟารัด (μF) นาโนฟารัด (nF) หรือ พิโกฟารัด (pF) จากสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ เมื่อนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน จะสามารถหาประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุได้จากสมการ $Q = C\Delta V$

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูให้นักเรียนทำข้อสอบเก็บคะแนนก่อนเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุโดยให้นักเรียนทำเพื่อตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม

1.2 ครูนำภาพถ่ายรูปรุ่นแผงวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีตัวเก็บประจุเป็นส่วนประกอบให้นักเรียนสังเกต แล้วตั้งคำถามว่า นักเรียนรู้จักชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดบ้าง และแต่ละชิ้นทำหน้าที่อะไร (โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)



<http://myelectronic.lnwshop.com>

1.3 ครูชี้ให้นักเรียนดูว่า ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดเป็นตัวเก็บประจุ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างหรือรูปของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ พร้อมนำอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความหมายของตัวเก็บประจุ

โครงสร้างพื้นฐานของตัวเก็บประจุ ตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้าตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 129

1.4 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ตัวเก็บประจุสามารถเก็บสะสมประจุไฟฟ้าได้อย่างไร (โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน จำนวน 5 กลุ่ม โดยทำการสุ่มจากโปรแกรม (<https://random.thaiware.com/>) หรือ โปรแกรม Super Soomm And Goomm

2.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการเข้าฐาน โดยแบ่งเป็น 5 ฐาน ดังนี้

ฐานที่ 1 ตัวเก็บประจุ

ฐานที่ 2 หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ

ฐานที่ 3 การประจุ

ฐานที่ 4 การคายประจุ

ฐานที่ 5 ความจุของตัวเก็บประจุ

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับฉลากเข้าฐาน เพื่อทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารของฐานนั้น

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา (ใช้เวลา 10 นาที)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้โดยเขียนสรุปลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน พร้อมส่งตัวแทนออกมานำเสนอความรู้ที่ได้

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป ดังนี้

ตัวเก็บประจุ (capacitor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมและคายประจุไฟฟ้าสามารถไปประยุกต์ใช้หลากหลายด้าน เช่น เป็นแหล่งสำรองพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้แสงแฟลชสำหรับกล้องถ่ายรูป จอสัมผัสของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัวอย่างของตัวเก็บประจุชนิดต่างๆ

หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ พิจารณาตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนานที่ประกอบด้วยแผ่นตัวนำสองแผ่นวางขนานกันและระหว่างกลางมีช่องว่าง มีอากาศทำหน้าที่เป็นฉนวน เมื่อนำตัวเก็บประจุไปต่อกับแบตเตอรี่และสวิตช์เป็นวงจร โดยแผ่นตัวนำแผ่นด้านขวามือต่อกับสวิตช์ที่ต่ออยู่กับขั้วของแบตเตอรี่ (ศักย์ไฟฟ้าต่ำ) และแผ่นตัวนำด้านซ้ายมือต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ (ศักย์ไฟฟ้าสูง)

ความจุของตัวเก็บประจุ ความสามารถในการเก็บประจุของตัวเก็บประจุเรียกว่า **ความจุ (capacitance)** แทนด้วย C หาได้จากอัตราส่วนระหว่างประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ Q กับความต่างศักย์ที่ตัวเก็บประจุ ΔV เขียนแทนได้ด้วยสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายตัวอย่างโจทย์ปัญหา ในหนังสือ หน้า 132

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 ครูประเมินจากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม
- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13.5 (ข้อ 1.) ในหนังสือ หน้า 140
- 5.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 13 (ข้อ 7. - 8.) ในหนังสือ หน้า 153
- 5.4 ครูให้นักเรียนทำข้อสอบเก็บคะแนนหลังเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 อินเทอร์เน็ต
- 8.3 เอกสารเนื้อหาเกี่ยวกับตัวเก็บประจุ
- 8.4 ข้อสอบเก็บคะแนนก่อนเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ
- 8.5 ข้อสอบเก็บคะแนนหลังเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายโครงสร้าง หลักการทำงาน การประจุและการคายประจุของตัวเก็บประจุได้	1) ตรวจข้อสอบเก็บคะแนนหลังเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ตรวจข้อสอบเก็บคะแนนหลังเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับตัวเก็บประจุได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บประจุได้	1) สังเกตพฤติกรรมการทำงานนำเสนอ 2) ตรวจแบบฝึกหัด จำนวน 3 ข้อ	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถนำเสนอได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์ 2) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น	1) สังเกตพฤติกรรม	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ทำแบบทดสอบได้ 9 - 10 ข้อ
	2	ทำแบบทดสอบได้ 6 - 8 ข้อ
	1	ทำแบบทดสอบได้ 0 - 5 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	1.5	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 3 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	0.5	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1.5	สามารถนำเสนองานได้น่าสนใจ เนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์
	1	สามารถนำเสนองานได้ค่อนข้างน่าสนใจ เนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์
	0.5	สามารถนำเสนองานได้ค่อนข้างน่าสนใจ เนื้อหาค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นอย่างสม่ำเสมอ
	2	ค่อนข้างมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น
	1	ไม่มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 25 เรื่อง หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
แผนการสอนที่ 25 เรื่อง หลักการงานของตัวเก็บประจุ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 26

เรื่อง พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์และความจุของตัวเก็บประจุได้
- 2) อธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูลได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) คำนวณหาปริมาณพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูลที่โจทย์กำหนดได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

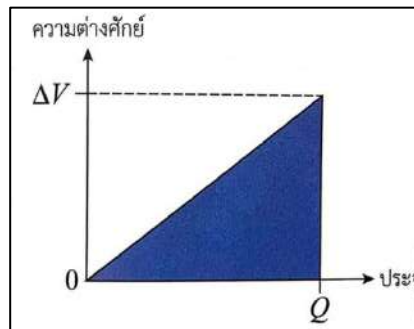
พลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุพิจารณาได้จากงานที่กระทำต่อประจุให้เคลื่อนที่ไปสะสมบนตัวเก็บประจุ ซึ่งเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างความต่างศักย์กับประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$

5. สาระการเรียนรู้

5.1 ความรู้

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ ความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าทำให้ตัวเก็บประจุมีประโยชน์และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เมื่อประจุสะสมบนตัวเก็บประจุมีปริมาณมากขึ้น ความต่างศักย์

ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุจะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ จะได้กราฟดังรูป 13.40



รูป 13.40 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับประจุบนตัวเก็บประจุ

จากกราฟ เมื่อประจุสะสมบนตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ Q และความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุเท่ากับ ΔV เราสามารถหางาน W ที่กระทำต่อประจุให้เคลื่อนที่สะสมบนตัวเก็บประจุได้จากพื้นที่ใต้กราฟ ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมและเท่ากับ $W = \frac{1}{2} Q \Delta V$

ซึ่งงานนี้เท่ากับพลังงานศักย์ที่สะสมในตัวเก็บประจุ แทนด้วย U ดังนั้น จะได้

$$U = \frac{1}{2} Q \Delta V$$

เมื่อแทน $Q = C \Delta V$ ในสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ จะได้ว่า $U = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2$

และเมื่อแทน $\Delta V = \frac{Q}{C}$ ในสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ จะได้ว่า $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สื่อบันทึกผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บุคลากร

6.1 บุคลากรกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ตัวเก็บประจุ และหลักการทำงานของตัวเก็บประจุ

1.2 ครูตั้งถามให้นักเรียนตอบ ดังนี้

ตัวเก็บประจุเมื่อเก็บสะสมประจุแล้ว ทำให้เกิดพลังงานสะสมได้อย่างไร และพลังงานนี้เกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและทำความเข้าใจ เรื่อง พลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุ ในหนังสือเรียน หน้า 135

2.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยเปรียบเทียบการเก็บสะสมพลังงานศักย์ของสปริงกับการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ โดยการทำให้สปริงมีพลังงานศักย์สะสม จะต้องทำงานเพื่อให้สปริงยืด เปรียบได้กับการที่ทำให้ตัวเก็บประจุมีพลังงานไฟฟ้าสะสม จะต้องทำงานเพื่อให้ประจุเคลื่อนที่ไปสะสมบนตัวเก็บประจุ จนสรุปได้ว่า พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุเกิดจากงานที่ทำให้ประจุเคลื่อนที่ไปสะสมบนตัวเก็บประจุซึ่งพลังงานนี้หาได้ตามสมการ

$$U = \frac{1}{2} Q \Delta V$$

2.3 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหา 13.14 ในหนังสือ หน้า 135 อย่างละเอียด

2.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13.5 (ข้อ 2.-3.) ในหนังสือ หน้า 140 จำนวน 2 ข้อ ลงในสมุด

2.5 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 13 (ข้อ 8.) ในหนังสือ หน้า 153 จำนวน 1 ข้อ ลงในสมุด

2.6 ครูให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 13.5 จำนวน 2 ข้อ ลงในสมุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้

1) ถ้าต้องการเพิ่มปริมาณประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ ควรเพิ่มหรือลดความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ (แนวการตอบ ควรเพิ่มความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ เพราะความจุของตัวเก็บประจุเป็นค่าคงตัว แต่ปริมาณประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ)

2) พลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุตัวใดตัวหนึ่ง แปรผันตรงกับปริมาณใด หรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ พลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุตัวใดตัวหนึ่ง แปรผันตรงกับปริมาณประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุและความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติม เรื่อง เครื่องกระตุกหัวใจด้วยไฟฟ้า ในหนังสือเรียน หน้า 136

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 13.5 จำนวน 2 ข้อ ลงในสมุด

- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13.5 (ข้อ 2.-3.) ในหนังสือ หน้า 140 จำนวน 2 ข้อ
- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 13 (ข้อ 8.) ในหนังสือ หน้า 153 จำนวน 1 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์และความจุของตัวเก็บประจุได้ 2) อธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูลได้	1) ตรวจสอบคของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) คำถาม 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณหาปริมาณพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูลที่โจทย์กำหนดได้	1) ตรวจสอบคของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 3 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนเพียง 1 ข้อ
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 3 ข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 26 เรื่อง พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 26 เรื่อง พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 27

เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างของความจุสมมูลกับความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัว เมื่อนำมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) สามารถคำนวณหาค่าประจุที่โจทย์กำหนดให้ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ความจุที่ได้จากการต่อตัวเก็บประจุหลายตัว เรียกว่า ความจุสมมูล (equivalent capacitance)

การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม (capacitors in series) ทำให้ความจุสมมูลลดลง หาได้จากสมการ

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

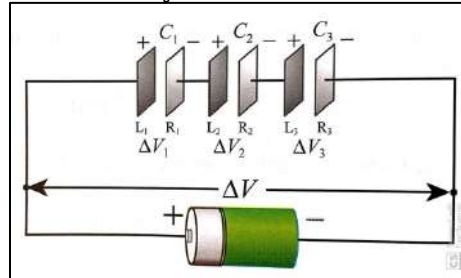
การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน (capacitors in parallels) ทำให้ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น หาได้จาก

สมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

5.1 ความรู้

การต่อตัวเก็บประจุ ในการต่อตัวประจุไปใช้งาน บางครั้งต้องนำตัวเก็บประจุมากกว่าหนึ่งตัวมาต่อกัน เพื่อให้ได้ความจุที่ต้องการ ความจุรวมที่ได้จากการต่อตัวเก็บประจุมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป เรียกว่า (equivalent capacitance) โดยวิธีการต่อตัวเก็บประจุมี 2 วิธีหลักได้แก่

1. การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม พิจารณาการต่อตัวเก็บประจุสามตัว ที่มีความจุ C_1, C_2 และ C_3 แบบอนุกรมและต่อกับแบตเตอรี่ ดังรูป 13.41



รูป 13.41 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

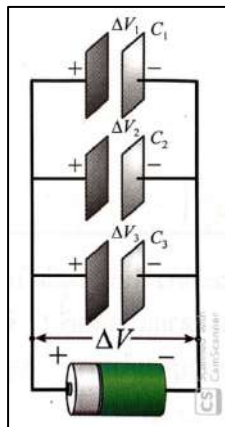
อิเล็กตรอนอิสระที่แผ่นตัวนำ L_1 จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกของแบตเตอรี่ และในขณะเดียวกัน อิเล็กตรอนอิสระที่ขั้วลบของแบตเตอรี่จะเคลื่อนที่ไปยังแผ่นตัวนำ R_3 โดยปริมาณประจุที่เคลื่อนที่เข้าและออกจากแบตเตอรี่จะมีค่าเท่ากัน ถ้ากำหนดให้อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไปเข้าขั้วบวกของแบตเตอรี่ทำให้มีประจุบนตัวนำ L_1 เท่ากับ $+Q$ และอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ออกจากขั้วลบของแบตเตอรี่ทำให้มีประจุบนแผ่นตัวนำ R_3 เท่ากับ $-Q$ ประจุที่อยู่บนแผ่นตัวนำทั้งสองจะเหนี่ยวนำให้แผ่นตัวนำที่อยู่ใกล้เคียงมีประจุในปริมาณเท่ากัน แต่มีชนิดตรงข้าม นั่นคือแผ่นตัวนำ R_1, L_2, R_2 และ L_2 จะถูกเหนี่ยวนำให้มีประจุเป็น $-Q, +Q, -Q$ และ $+Q$ ตามลำดับ ดังนั้นประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุแต่ละตัวที่นำมาต่ออนุกรมกันจึงมีค่าเท่ากันและเท่ากับประจุที่เคลื่อนที่เข้าและออกจากแบตเตอรี่ Q ซึ่งเป็นประจุสุทธิในวงจร

ถ้าให้ Q_1, Q_2 และ Q_3 เป็นประจุสะสมที่ตัวเก็บประจุที่มีความจุ C_1, C_2 และ C_3 ตามลำดับ จะได้ $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$

ในกรณีที่นำตัวเก็บประจุมากกว่า 3 ตัวมาต่อกันแบบอนุกรม จะได้ความจุสมมูลเป็น

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

2. การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน พิจารณาการต่อตัวเก็บประจุสามตัวที่มีความจุ C_1, C_2 และ C_3 แบบขนาน และต่อกับแบตเตอรี่ ดังรูป 13.42 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระบนแผ่นตัวนำแต่ละแผ่นที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่จะเข้าสู่ขั้วบวกของแบตเตอรี่ และในขณะเดียวกันอิเล็กตรอนอิสระจากขั้วลบของแบตเตอรี่ จะเคลื่อนที่ไปสะสมบนแผ่นตัวนำด้านที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ โดยเป็นการแยกเคลื่อนที่ไปแต่ละแผ่น



รูป 13.42 การต่อตัวเก็บประจุสามตัวแบบขนาน

ถ้าให้ประจุทั้งหมดที่เคลื่อนที่เข้าและออกจากแบตเตอรี่ เท่ากับ Q และให้ประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุความจุ C_1, C_2 และ C_3 มีขนาดเป็น Q_1, Q_2 และ Q_3 ตามลำดับ จะได้ว่าประจุที่เคลื่อนที่เข้าและออกจากแบตเตอรี่เท่ากับผลรวมของประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ ดังสมการ

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

ในการต่อตัวเก็บประจุแบบขนานความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุแต่ละตัว $\Delta V_1, \Delta V_2$ และ ΔV_3 มีค่าเท่ากันและเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ ดังสมการ

$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$$

ในกรณีที่นำตัวเก็บประจุมากกว่า 3 ตัวมาต่อกันแบบขนาน จะได้ความจุสมมูลเป็น

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้ของตัวเก็บประจุ อุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้า เกี่ยวกับหลักการทำงานและโครงสร้างภายใน

1.2 ครูตั้งคำถามเข้าสู่บทเรียน

ครู : นักเรียนคิดว่าการต่อตัวเก็บประจุ มีกี่แบบ อะไรบ้าง (แนวการตอบ 2 แบบ คือ การต่อแบบอนุกรม และการต่อแบบขนาน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและทำความเข้าใจ เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ ในหนังสือเรียน หน้า 136 - 139

2.2 ครูนำนักเรียนศึกษาตัวอย่างโจทย์ปัญหา 13.15 ในหนังสือ หน้า 139 อย่างละเอียด

2.3 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13.5 (ข้อ 4. - 6.) ในหนังสือ หน้า 140 จำนวน 3 ข้อ ลงในสมุด

2.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 13.5 (ข้อ 4. - 5.)จำนวน 2 ข้อ ลงในสมุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (โดยสุ่มเลขที่) คำถามดังต่อไปนี้

1) การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าเป็นอย่างไร (แนวการตอบ ลดลง)

2) การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเป็นอย่างไร (แนวการตอบ เพิ่มขึ้น)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 3 คน โดยสุ่มเลขที่ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบแบบฝึกหัดที่ 13.5 ข้อ 4. - 6. หน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยากให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาคำตอบพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 13.5 จำนวน 2 ข้อ ลงในสมุด

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 13.5 (ข้อ 4. - 5.) ในหนังสือ หน้า 140 จำนวน 3 ข้อ

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติมที่ห้องสมุด หรือเว็บไซต์ แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความจุสมมูลกับความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัวเมื่อนำมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) คำถาม 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) สามารถคำนวณหาค่าประจุที่โจทย์กำหนดให้ได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 3 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนเพียง 1 ข้อ
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 3 ข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 27 เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 27 เรื่อง การต่อตัวเก็บประจุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 28

เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต

รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) ยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้
- 2) อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิต

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

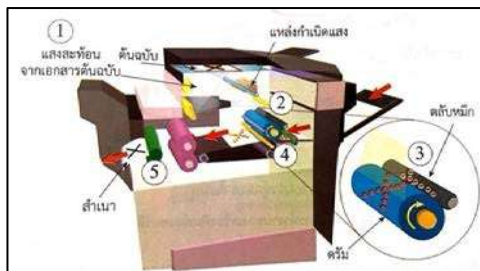
ความรู้ทางไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีเครื่องเคลือบสีฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต เครื่องฟอกอากาศและเครื่องตกตะกอน ไฟฟ้าสถิต นอกจากนี้ความรู้ทางไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น ฟาผ่า ฟาแลบ การเกิดประกายไฟจากการเสียดสีกัน ซึ่งช่วยให้สามารถหาแนวทางป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

1. เครื่องถ่ายเอกสาร ใช้ประโยชน์จากแรงระหว่างประจุไฟฟ้าในการทำใหผงหมึกยึดติดกับกระดาษ โดยอุปกรณ์สำคัญ คือ **ดรัม (drum)** ที่มีรูปทรงกระบอกและที่ผิวด้านนอกฉาบด้วยวัสดุตัวนำไวแสง ดังรูป 13.43

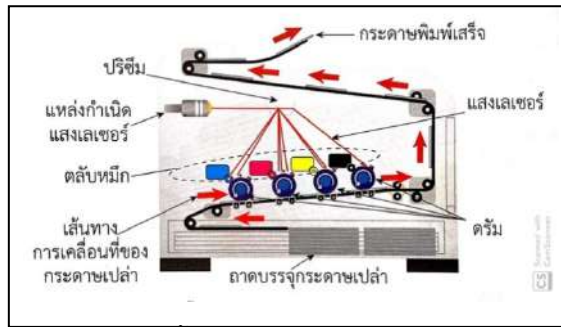


รูป 13.43 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร

การทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร (photocopier) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

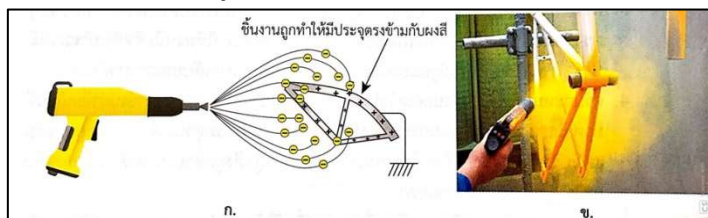
1. เมื่อกดสวิตช์ให้เครื่องทำงาน แหล่งกำเนิดแสงจะฉายแสงไปทั่วเอกสารต้นฉบับขณะเดียวกันดรัมจะถูกทำให้มีประจุไฟฟ้าชนิดหนึ่งไปทั่วผิวของดรัม
2. แสงที่ฉายไปที่เอกสารต้นฉบับจะสะท้อนไปตกลงบนผิวของดรัม โดยบริเวณที่มีสีดำบนต้นฉบับแสงจะสะท้อนได้น้อยผิวของดรัมจึงมีประจุชนิดเดิมอยู่ ส่วนบริเวณที่มีสีขาวแสงจะสะท้อนมาตกกระทบได้มาก ผิวของดรัมจึงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า
3. ดรัมจะหมุนต่อไปจนส่วนที่มีประจุไฟฟ้าไปพบกับอุปกรณ์ปล่อยผงหมึกที่มีประจุตรงข้ามอยู่แรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างประจุตรงข้ามทำใหผงหมึกติดกับบริเวณที่มีประจุไฟฟ้าบนดรัม ซึ่งมีรูปแบบและลวดลายเหมือนกับลายเส้นบนเอกสารต้นฉบับ
4. ดรัมจะหมุนต่อไป จนส่วนของดรัมที่มีผงหมึกติดอยู่ไปพบกับแผ่นกระดาษเปล่าที่เคลื่อนที่มาจากสายพานโดยแผ่นกระดาษเปล่านี้นี้ ได้ถูกทำให้มีประจุชนิดเดียวกับที่อยู่บนดรัม แต่มีปริมาณมากกว่าจึงทำใหผงหมึกที่อยู่บนดรัมถูกดึงดูดด้วยแรงไฟฟ้าที่มากกว่าให้ไปติดอยู่บนแผ่นกระดาษเปล่า
5. แผ่นกระดาษที่มีผงหมึกจะเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งที่ให้ความร้อนและแรงกด ทำใหผงหมึกยึดติดกับเนื้อกระดาษได้แน่นไม่หลุดออกมาได้ง่าย

2. เครื่องพิมพ์เลเซอร์สี (color laser printer) ขั้นตอนการทำงานหลักจะคล้ายกับเครื่องถ่ายเอกสาร แต่จะใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นแสงเลเซอร์ และจะฉายแสงเลเซอร์ผ่านปริซึมไปตกลงที่ผิวของดรัม ดังรูป 13.44 โดยดรัมที่ผ่านการฉายแสงเลเซอร์จะมีประจุไฟฟ้าในรูปแบบและลวดลายที่สอดคล้องกับไฟล์ต้นฉบับในหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูป 13.44 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องพิมพ์

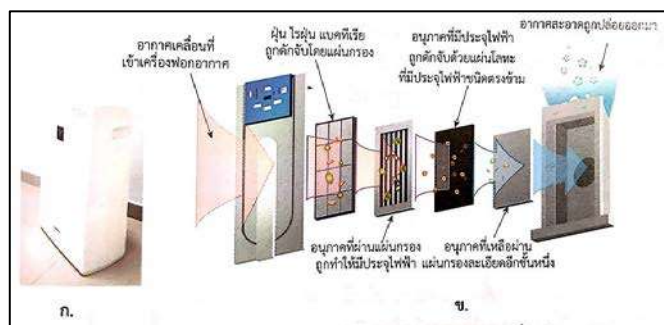
3. การเคลือบสีฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต (electrostatic powder coating) เป็นการเคลือบสีด้วยผงหรือละอองสีที่มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับที่อยู่บนชิ้นงาน เพื่อให้สีเกาะติดชิ้นงานได้ดีกว่าการพ่นแบบธรรมดา และช่วยให้ประหยัดปริมาณสีที่ใช้ในการพ่น เนื่องจากละอองสีไม่ฟุ้งกระจายมาก โดยเครื่องพ่นสีฝุ่นจะทำให้ผงหรือละอองสีกลายเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า เมื่อถูกพ่นออกจากเครื่อง ส่วนชิ้นงานจะถูกทำให้มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับผงหรือละอองสีพ่น ดังรูป 13.45 ก. ทำให้แรงไฟฟ้าดึงดูดผงหรือละอองสีให้ยึดกับผิวชิ้นงาน



รูป 13.45 ก. เครื่องพ่นสีฝุ่นพ่นละอองสีที่มีประจุไฟฟ้าลบไปยังชิ้นงานที่มีประจุไฟฟ้าบวก

ข. การพ่นสีชิ้นงานที่เป็นโลหะ

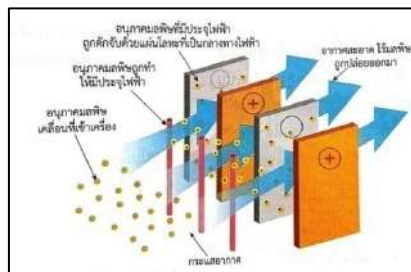
4. เครื่องฟอกอากาศ (air purifier) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดไรฝุ่น เชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในอากาศ การทำงานของเครื่องฟอกอากาศส่วนใหญ่ใช้หลายวิธีร่วมกัน เช่น การใช้แผ่นกรองดักจับอนุภาคฝุ่นและมลพิษ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการกำจัดไวรัสและแบคทีเรีย รวมทั้งการทำให้อนุภาคมลพิษมีประจุไฟฟ้าเพื่อการดักจับไว้ด้วยแผ่นกรองที่มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามดังรูป 13.46



รูป 13.46 ก. เครื่องฟอกอากาศ

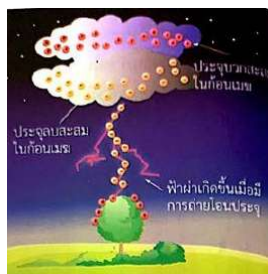
ข. กระบวนการฟอกอากาศของเครื่องฟอกอากาศ

5. เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitator) ใช้หลักการเดียวกับเครื่องฟอกอากาศ ดังรูป 13.47 โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมมลพิษอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม โรงโม่หิน การทำปูนซีเมนต์ เขม่าควันจากไอเสียของเครื่องยนต์ หรือ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ไฟป่า เป็นต้น



รูป 13.47 ขั้นตอนการทำให้อากาศสะอาดของเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต

6. การอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่า (lightning) และฟ้าแลบ (flash) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างโมเลกุลของน้ำและอากาศ ที่เคลื่อนที่ในก้อนเมฆ เมื่อก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้ามกพอจะถ่ายโอนประจุไฟฟ้าไปยังบริเวณอื่น ทำให้ประจุจำนวนมากเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงผ่านอากาศ เกิดความร้อนและแสงสว่างตามเส้นทางที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ ซึ่งถ้าเป็นการถ่ายโอนประจุระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน จะเรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวว่าฟ้าผ่า ถ้าเป็นการถ่ายโอนประจุระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ จะเรียกว่า ฟ้าแลบ



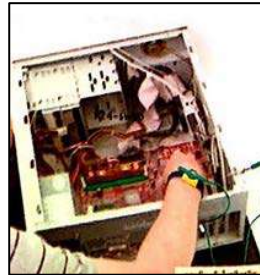
รูป 13.48 ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า

7. สายล่อฟ้า (lightning rod) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งจะติดตั้งบริเวณยอดของตึกหรือสิ่งก่อสร้างที่มีความสูงกว่าบริเวณรอบ ๆ โดยจะมีสายไฟโยงจากสายล่อฟ้าไปยังพื้นดิน เมื่อมีประจุไฟฟ้าจำนวนมากในก้อนเมฆที่ลอยอยู่ใกล้ ๆ ตึกหรือสิ่งก่อสร้าง การถ่ายโอนประจุจากก้อนเมฆมายังพื้นดินจะเป็นการถ่ายโอนผ่านสายล่อฟ้า เป็นการลดประจุไฟฟ้าในบรรยากาศรอบๆ ทำให้ไม่เกิดฟ้าผ่าอาคารที่มีสายล่อฟ้า ดังรูป 13.49



รูป 13.49 สายล่อฟ้าบนตึกสูงช่วยให้ประจุจากฟ้าผ่าเคลื่อนที่ลงไปยังพื้นดิน

8. การใช้สายรัดข้อมือของช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในการทำงานกับชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความไวต่อไฟฟ้าสถิตสูง อย่างเช่น อุปกรณ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ การถ่ายโอนประจุไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย สามารถทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์เหล่านี้ได้ จึงต้องมีการป้องกันด้วยการใช้สายรัดข้อมือที่ต่อกับพื้น ดังรูป 13.50 เพื่อให้ประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการเคลื่อนที่หรือเสียดสีของร่างกาย ถ่ายโอนไปที่พื้นแทนที่จะไปที่อุปกรณ์



รูป 13.50 การใช้สายรัดข้อมือป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสถิต

9. การเติมน้ำมัน ในการเติมน้ำมันยานพาหนะบางครั้ง ผู้ขับขี่อาจมีโอกาสดำผัสกับหัวจ่ายน้ำมัน ดังรูป 13.51 ก. ถ้าผู้ขับขี่ใส่เสื้อผ้าที่ทำให้เกิดการสะสมประจุไฟฟ้าได้ง่ายจากการเสียดสีกับเบาะรถหรือจากวัสดุอื่นๆ และเมื่อผู้ขับขี่ได้สัมผัสกับส่วนของหัวจ่ายน้ำมันที่เป็นโลหะ อาจทำให้มีการถ่ายโอนประจุอย่างรวดเร็ว จนเกิดเป็นประกายไฟที่ทำให้ไอน้ำมันที่ระเหยออกมาลุกติดไฟและเกิดอันตรายได้ ดังนั้น ถ้าต้องมีการเติมน้ำมันควรระวังไม่สัมผัสกับหัวจ่ายน้ำมันหรือถ้าจำเป็นต้องสัมผัสให้ถ่ายโอนประจุไฟฟ้าออกจากร่างกายให้เหลือน้อยลงก่อน โดยอาจใช้ส่วนที่เป็นโลหะของกุญแจแตะกับส่วนที่เป็นโลหะของรถบริเวณห่างจากหัวจ่ายน้ำมันดังรูป 13.51 ข.



รูป 13.51 ก. หัวจ่ายน้ำมันในสถานีบริการน้ำมัน

ข. การใช้กุญแจแตะตัวถังรถเพื่อลดประจุไฟฟ้าที่สะสมในร่างกาย

สำหรับรถขนส่งน้ำมันที่เดินทางระยะไกล น้ำมันเชื้อเพลิงภายในถังจะมีการเสียดสีกับถังเป็นเวลานานทำให้มีประจุไฟฟ้าสถิตสะสมจนถึงเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถทำให้เกิดประกายไฟได้ในขั้นตอนการถ่ายเทน้ำมันจากรถไปยังที่เก็บซึ่งอาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ ดังนั้นในกระบวนการถ่ายเทน้ำมันจึงต้องมีการต่อตัวนำระหว่างถังเก็บของรถขนส่งน้ำมันกับจุดต่อลงดินดังรูป 13.52 เพื่อให้มีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าออกจากรถลงสู่พื้นดิน



รูป 13.52 การต่อตัวนำระหว่างถังเก็บน้ำมันของรถขนส่งน้ำมันกับจุดต่อลงดิน

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สื่อบันทึกผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้ที่เรียนผ่านมา เรื่อง ธรรมชาติของเสียง กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ และตัวเก็บประจุ
- 1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม
 - 1) นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาใน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดได้บ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 จัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละประมาณ 9 คน โดยให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถที่คล่องแคล่วกันกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มประจำ
- 2.2 ครูจัดแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มของนักเรียนอาจจัดทำเป็นบทเรียนหน้าเดียวก็ได้
- 2.3 ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มจับฉลากหมายเลขของเนื้อหา คนละ 1 ฉลาก เพื่อรับผิดชอบในการศึกษาหัวข้อย่อยของเนื้อหา คนละ 1 หัวข้อ
- 2.4 ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมายเลขที่ตัวเองได้ ซึ่งครูติดเนื้อหาบนโต๊ะ

2.5 นักเรียนแต่ละคนที่ศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา (ใช้เวลา 10 นาที) ให้กลับไปยังกลุ่มตนเอง แล้วอธิบายความรู้ที่ได้จากการศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ในการศึกษาลงในกระดานปฐพี (น้ำตล)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการสืบค้นของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) จากที่นักเรียนทุกกลุ่มได้ศึกษาเนื้อหาที่ครูให้ เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดบ้าง (แนวการตอบ การทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ การเคลือบสีฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต เครื่องฟอกอากาศ เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต การอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่า (lightning) และฟ้าแลบ (flash) สายล่อฟ้า การใช้สายรัดข้อมือของช่างอิเล็กทรอนิกส์ และการเติมน้ำมัน)

2) ขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารขั้นตอนใด ที่สามารถอธิบายได้โดยใช้ความรู้ทางไฟฟ้าสถิต (แนวการตอบ ขั้นตอนที่ผงหมึกถูกแรงดึงดูดทางไฟฟ้าให้ยึดติดกับผิวของดรัม ซึ่งผงหมึกและผิวของดรัมมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน รวมทั้งขั้นตอนที่ผงหมึกถูกแรงดึงดูดทางไฟฟ้าให้ยึดติดกับแผ่นกระดาษเปล่า ซึ่งผงหมึกและกระดาษเปล่ามีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน)

3) การพ่นสีโดยอาศัยไฟฟ้าสถิต มีข้อดีอย่างไร (แนวการตอบ ช่วยให้สีเกาะติดชิ้นงานได้ดี และประหยัดปริมาณสีเนื่องจากละอองสีไม่ฟุ้งกระจาย)

4) เครื่องฟอกอากาศและเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตใช้ความรู้ทางไฟฟ้าสถิตอย่างไรในการกำจัดมลพิษ (แนวการตอบ เครื่องฟอกอากาศและเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตทำให้อนุภาคมลพิษมีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับแผ่นกรอง จึงสามารถดักจับอนุภาคมลพิษไว้ได้)

5) เพราะเหตุใดปรากฏการณ์ฟ้าผ่าและฟ้าแลบจึงมักเกิดในช่วงก่อนหรือระหว่างมีฝนตก (แนวการตอบ เนื่องจากในช่วงก่อนหรือระหว่างมีฝนตก มีก้อนเมฆจำนวนมาก ทำให้มีโอกาสของการเสียดสีกันระหว่างโมเลกุลของน้ำ และอากาศในก้อนเมฆมากกว่าเวลาปกติซึ่งการเสียดสีดังกล่าว ส่งผลให้เกิดการสะสมประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆ)

6) ขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารขั้นตอนใด ที่สามารถอธิบายได้โดยใช้ความรู้ทางไฟฟ้าสถิต (แนวการตอบ ขั้นตอนที่ผงหมึกถูกแรงดึงดูดทางไฟฟ้าให้ยึดติดกับผิวของดรัม ซึ่งผงหมึกและผิวของดรัมมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน รวมทั้งขั้นตอนที่ผงหมึกถูกแรงดึงดูดทางไฟฟ้าให้ยึดติดกับแผ่นกระดาษเปล่า ซึ่งผงหมึกและกระดาษเปล่ามีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้ เรื่อง วิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสถิต

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนส่งกระดาษปรีฟ (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า
- 5.2 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 13.6 ในหนังสือเรียน หน้า 146

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 ห้องสมุด
- 8.3 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) ยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้ 2) อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิต	1) ตรวจกระดาษปรีฟ (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้	1) ตรวจกระดาษปรีฟ (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจการส่งกระดาษปรีฟ (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านกระบวนการ (P)	3	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	2	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
	1	จัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน สะอาดและสวยงาม
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 28 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

แผนการสอนที่ 28 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ฉลากหมายเลข

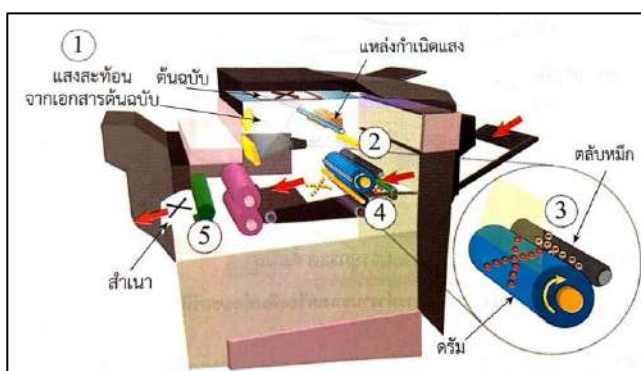
1	2	3	4	5
6	7	8	9	

เครื่องถ่ายเอกสาร (photocopier)

หมายเลข

1

ใช้ประโยชน์จากแรงระหว่างประจุไฟฟ้าในการทำให้ผงหมึกยึดติดกับกระดาษ โดยอุปกรณ์สำคัญ คือ drum (drum) ที่มีรูปทรงกระบอกและที่ผิวด้านนอกฉาบด้วยวัสดุตัวนำไวแสง (ดังรูป)



รูปขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร

การทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร (photocopier) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

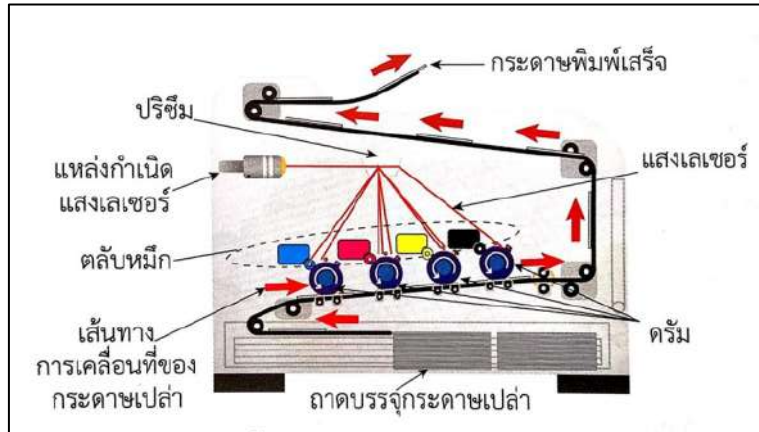
1. เมื่อกดสวิตช์ให้เครื่องทำงาน แหล่งกำเนิดแสงจะฉายแสงไปทั่วเอกสารต้นฉบับขณะเดียวกัน drum จะถูกทำให้มีประจุไฟฟ้าชนิดหนึ่งไปทั่วผิวของ drum
2. แสงที่ฉายไปที่เอกสารต้นฉบับจะสะท้อนไปตกลงบนผิวของ drum โดยบริเวณที่มีสีดำบนต้นฉบับ แสงจะสะท้อนได้น้อยผิวของ drum จึงมีประจุชนิดเดิมอยู่ ส่วนบริเวณที่มีสีขาวแสงจะสะท้อนมาตกกระทบบได้มาก ผิวของ drum จึงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า
3. drum จะหมุนต่อไปจนส่วนที่มีประจุไฟฟ้าไปพบกับอุปกรณ์ปล่อยผงหมึกที่มีประจุตรงข้ามอยู่ แรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างประจุตรงข้ามทำให้ผงหมึกติดกับบริเวณที่มีประจุไฟฟ้าบน drum ซึ่งมีรูปแบบและลวดลายเหมือนกับลายเส้นบนเอกสารต้นฉบับ
4. drum จะหมุนต่อไป จนส่วนของ drum ที่มีผงหมึกติดอยู่ไปพบกับแผ่นกระดาษเปล่าที่เคลื่อนที่มาจากสายพานโดยแผ่นกระดาษเปล่านี้นี้ ได้ถูกทำให้มีประจุชนิดเดียวกับที่อยู่บน drum แต่มีปริมาณมากกว่าจึงทำให้ผงหมึกที่อยู่บน drum ถูกดึงดูดด้วยแรงไฟฟ้าที่มากกว่าให้ไปติดอยู่บนแผ่นกระดาษเปล่า
5. แผ่นกระดาษที่มีผงหมึกจะเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งที่ให้ความร้อนและแรงกด ทำให้ผงหมึกยึดติดกับเนื้อกระดาษได้แน่นไม่หลุดออกมาได้ง่าย

เครื่องพิมพ์เลเซอร์สี (color laser printer)

หมายเลข

2

ขั้นตอนการทำงานหลักจะคล้ายกับเครื่องถ่ายเอกสาร แต่จะใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นแสงเลเซอร์ และจะฉายแสงเลเซอร์ผ่านปริซึมไปตกลงที่ผิวของดรัม ดังรูป โดยดรัมที่ผ่านการฉายแสงเลเซอร์จะมีประจุไฟฟ้าในรูปแบบและลวดลายที่สอดคล้องกับไฟล์ต้นฉบับในหน้าจอคอมพิวเตอร์

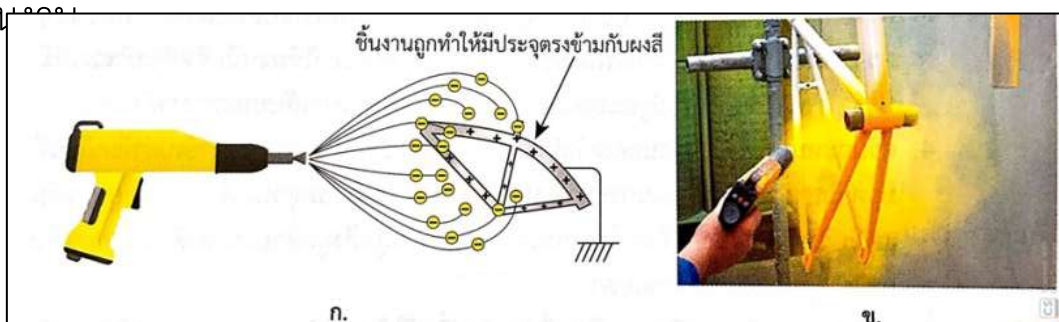


การเคลือบสีฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต (electrostatic powder coating)

หมายเลข

3

เป็นการเคลือบสีด้วยผงหรือละอองสีที่มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับที่อยู่บนชิ้นงาน เพื่อให้สีเกาะติดชิ้นงานได้ดีกว่าการพ่นแบบธรรมดา และช่วยให้ประหยัดปริมาณสีที่ใช้ในการพ่น เนื่องจากละอองสีไม่ฟุ้งกระจายมาก โดยเครื่องพ่นสีฝุ่นจะทำให้ผงหรือละอองสีกลายเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า เมื่อถูกพ่นออกจากเครื่อง ส่วนชิ้นงานจะถูกทำให้มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับผงหรือละอองสีพ่น (ดังรูป ก.) ทำให้แรงไฟฟ้าดึงดูดผงหรือละอองสีให้ยึดกับผิวชิ้นงาน

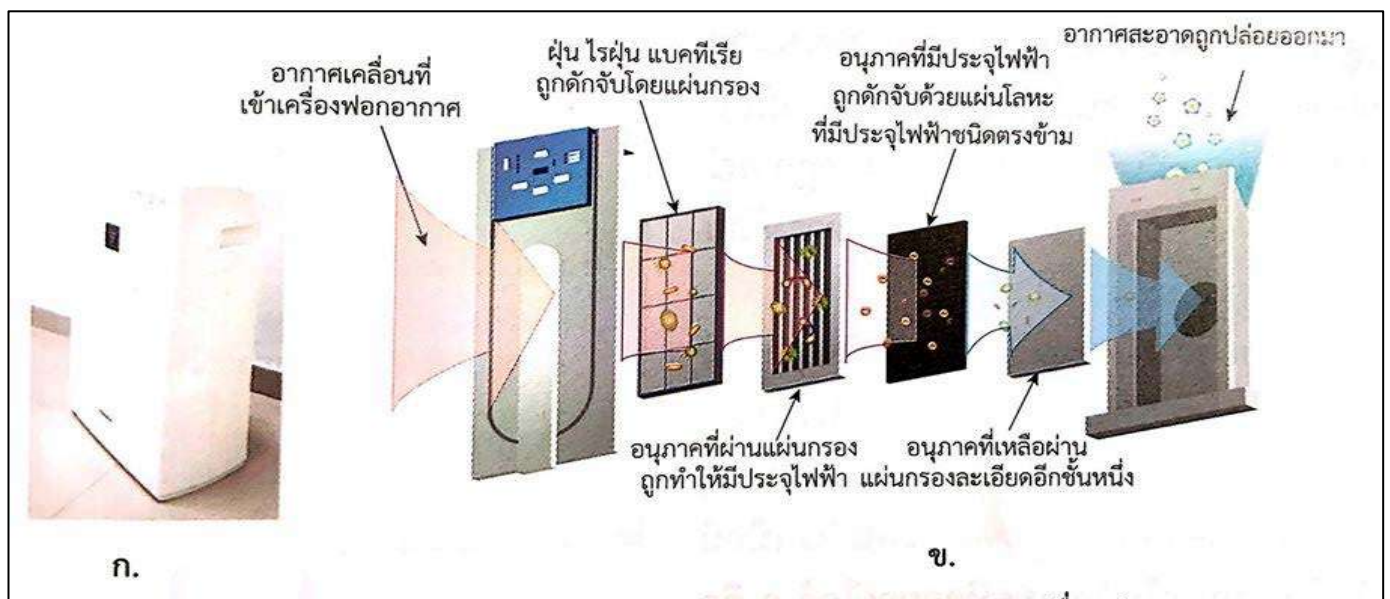


เครื่องฟอกอากาศ (air purifier)

หมายเลข

4

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดไรฝุ่น เชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในอากาศ การทำงานของเครื่องฟอกอากาศส่วนใหญ่ใช้หลายวิธีร่วมกัน เช่น การใช้แผ่นกรองดักจับอนุภาคฝุ่นและมลพิษ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการกำจัดไวรัสและแบคทีเรีย รวมทั้งการทำให้อนุภาคมลพิษมีประจุไฟฟ้าเพื่อการดักจับไว้ด้วยแผ่นกรองที่มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้าม (ดังรูป)



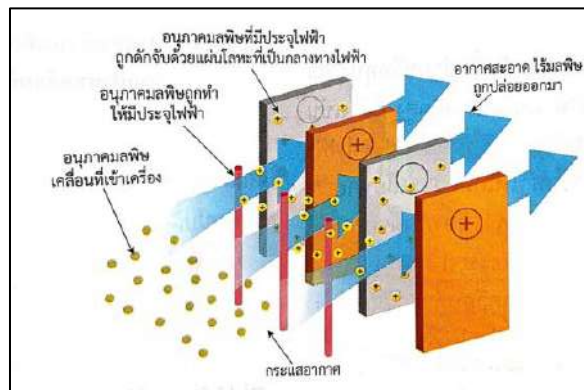
รูป ก. เครื่องฟอกอากาศ

เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitator)

หมายเลข

5

ใช้หลักการเดียวกับเครื่องฟอกอากาศ (ดังรูป) โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมมลพิษอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม โรงโม่หิน การทำปูนซีเมนต์ เขม่าควันจากไอเสียของเครื่องยนต์ หรือ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ไฟป่า เป็นต้น



รูป ขั้นตอนการทำให้อากาศสะอาดของเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต

การอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่า (lightning) และฟ้าแลบ (flash)

หมายเลข

6

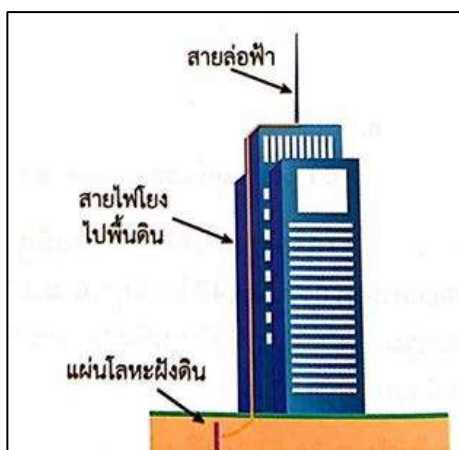
เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างโมเลกุลของน้ำและอากาศ ที่เคลื่อนที่ในก้อนเมฆ เมื่อก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้ามกพอจะถ่ายโอนประจุไฟฟ้าไปยังบริเวณอื่น ทำให้ประจุจำนวนมากเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงผ่านอากาศ เกิดความร้อนและแสงสว่างตามเส้นทางที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ ซึ่งถ้าเป็นการถ่ายโอนประจุระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน จะเรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวว่า **ฟ้าผ่า** ถ้าเป็นการถ่ายโอนประจุระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ จะเรียกว่า **ฟ้าแลบ**

รูปปรากฏการณ์ฟ้าผ่า



สายล่อฟ้า (lightning rod)

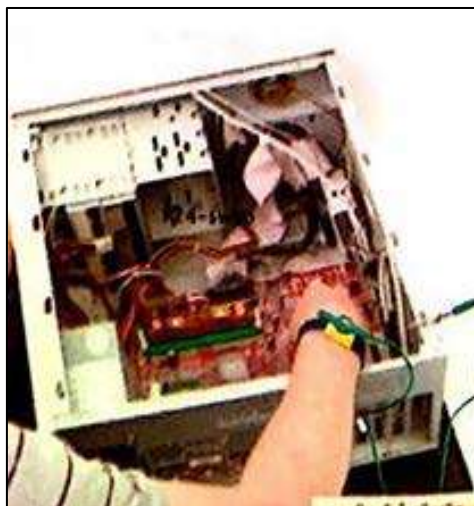
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งจะติดตั้งบริเวณยอดของตึกหรือสิ่งก่อสร้างที่มีความสูงกว่าบริเวณรอบ ๆ โดยจะมีสายไฟโยงจากสายล่อฟ้าไปยังพื้นดิน เมื่อมีประจุไฟฟ้าจำนวนมากในก้อนเมฆที่ลอยอยู่ใกล้ ๆ ตึกหรือสิ่งก่อสร้าง การถ่ายโอนประจุจากก้อนเมฆมายังพื้นดินจะเป็นการถ่ายโอนผ่านสายล่อฟ้า เป็นการลดประจุไฟฟ้าในบรรยากาศรอบๆ ทำให้ไม่เกิดฟ้าผ่าอาคารที่มีสายล่อฟ้า (ดังรูป)



รูป สายล่อฟ้าบนตึกสูงช่วยให้ประจุจากฟ้าผ่าเคลื่อนที่ลงไปยังพื้นดิน

การใช้สายรัดข้อมือของช่างอิเล็กทรอนิกส์

ในการทำงานกับชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความไวต่อไฟฟ้าสถิตสูง อย่างเช่น อุปกรณ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ การถ่ายโอนประจุไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย สามารถทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์เหล่านี้ได้ จึงต้องมีการป้องกันด้วยการใช้สายรัดข้อมือที่ต่อกับพื้น (ดังรูป) เพื่อให้ประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการเคลื่อนที่หรือเสียดสีของร่างกาย ถ่ายโอนไปที่พื้นแทนที่จะไปที่อุปกรณ์



รูปการใช้สายรัดข้อมือป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสถิต

ในการเติมน้ำมันยานพาหนะบางครั้ง ผู้ขับขี่อาจมีโอกาสดำผัสกับหัวจ่ายน้ำมัน (ดังรูป ก.) ถ้าผู้ขับขี่ใส่เสื้อผ้าที่ทำให้เกิดการสะสมประจุไฟฟ้าได้ง่ายจากการเสียดสีกับเบาะรถ หรือจากวัสดุอื่นๆ และเมื่อผู้ขับขี่ได้สัมผัสกับส่วนของหัวจ่ายน้ำมันที่เป็นโลหะอาจทำให้มีการถ่ายโอนประจุอย่างรวดเร็ว จนเกิดเป็นประกายไฟที่ทำให้ไอน้ำมันที่ระเหยออกมาลุกติดไฟและเกิดอันตรายได้ ดังนั้น ถ้าต้องมีการเติมน้ำมันควรระวังไม่สัมผัสกับหัวจ่ายน้ำมันหรือถ้าจำเป็นต้องสัมผัสให้ถ่ายโอนประจุไฟฟ้าออกจากร่างกายให้เหลือน้อยลงก่อน โดยอาจใช้ส่วนที่เป็นโลหะของกุญแจแตะกับส่วนที่เป็นโลหะของรถบริเวณห่างจากหัวจ่ายน้ำมัน (ดังรูป ข.)



รูป 13.51 ก. หัวจ่ายน้ำมันในสถานีบริการน้ำมัน

ข. การใช้กุญแจแตะตัวถังรถเพื่อลดประจุไฟฟ้าที่สะสมในร่างกาย

สำหรับรถขนส่งน้ำมันที่เดินทางระยะไกล น้ำมันเชื้อเพลิงภายในถังจะมีการเสียดสีกับถังเป็นเวลานานทำให้มีประจุไฟฟ้าสถิตสะสมบนถังเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถทำให้เกิดประกายไฟได้ในขั้นตอนการถ่ายเทน้ำมันจากรถไปยังที่เก็บซึ่งอาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ ดังนั้นในกระบวนการถ่ายเทน้ำมันจึงต้องมีการต่อตัวนำระหว่างถังเก็บของรถขนส่งน้ำมันกับจุดต่อลงดิน (ดังรูป) เพื่อให้มีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าออกจากรถลงสู่พื้นดิน



รูปการต่อตัวนำระหว่างถังเก็บน้ำมันของรถขนส่งน้ำมันกับจุดต่อลงดิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 29

เรื่อง กระแสไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำได้
- 2) อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้
- 3) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าในตัวกลางเรียกว่ามี การนำไฟฟ้า (electrical conduction) ในตัวกลางนั้นและเรียกตัวกลางนั้นว่า ตัวนำไฟฟ้า (electrical conductor) หรือ เรียกสั้น ๆ ว่า ตัวนำ

เมื่อมีประจุไฟฟ้าลัดเล็ดเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในตัวนำไฟฟ้า เรียกว่า มีกระแสไฟฟ้า (electric current) ในตัวนำนั้น ในกรณีที่ตัวนำไฟฟ้าเป็นโลหะ ในสภาวะปกติ อิเล็กตรอนอิสระในตัวนำโลหะจะเคลื่อนที่อย่าง

ไว้ระเบียบโดยมีความเร็วเฉลี่ยเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำ โลหะจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ ซึ่งเรียกว่า **ความเร็วลอยเลื่อน (drift velocity)** ทำให้เกิดกระแสอิเล็กตรอน (**electron current**) และมีประจุไฟฟ้าลัพท์เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในตัวนำโลหะ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของกระแสอิเล็กตรอน

ค่าของกระแสไฟฟ้าพิจารณาได้จากประจุไฟฟ้าที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ในหนึ่งหน่วยเวลา เขียนเป็นสมการได้เป็น $I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{Nq}{\Delta t}$ เมื่อ N เป็นจำนวนอนุภาคที่มีประจุ q เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำในเวลา Δt

กระแสไฟฟ้าในตัวนำมีทิศทางเดียวกับทิศทางของสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า

กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำมีค่าขึ้นกับจำนวนอิเล็กตรอนต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร n ความเร็วลอยเลื่อน v_d ของอิเล็กตรอนอิสระ และขนาดพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ A รวมทั้งประจุของอิเล็กตรอน e เขียนแทนด้วยสมการได้ว่า $I = nev_dA$

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

กระแสไฟฟ้า เมื่อใช้สายไฟต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้ครบวงจร จะทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ เช่น เมื่อใช้สายไฟต่อกับหลอดไฟและแบตเตอรี่ให้ครบวงจร จะทำให้หลอดไฟสว่างดังรูป 14.1 แสดงว่ามี **กระแสไฟฟ้า (electric current)** ผ่านหลอดไฟ จึงทำให้มีการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงและความร้อน

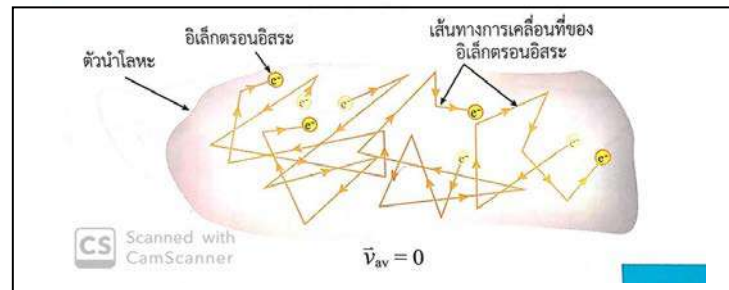


รูป 14.1 การต่อหลอดไฟเข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจร

กระแสไฟฟ้าในตัวนำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด เรากล่าวมีการนำไฟฟ้า (**electrical conduction**) ตัวกลางนั้น และเรียกตัวกลางที่ให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ว่า **ตัวนำไฟฟ้า (electrical conductor)** สั้นๆ ว่า **ตัวนำ** ตัวอย่างของตัวนำไฟฟ้า เช่น โลหะ อิเล็กโทรไลต์ แก๊สภายใต้บางสภาวะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเรามากที่สุดคือ **ตัวนำที่เป็นโลหะ** เพราะเป็นวัสดุที่ใช้เป็นตัวนำในสายไฟตามบ้านและในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

ในตัวนำที่เป็นโลหะอิเล็กตรอนบางส่วนไม่ได้ถูกยึดเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า**อิเล็กตรอนอิสระ (free electron)** โดยปกติอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ไปทั่วภายในตัวนำและชนกับอะตอมที่อยู่รอบๆ

ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเหล่านี้ไม่แน่นอน ดังรูป 14.2 ดังนั้น ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนจึงเป็นศูนย์ ($\vec{v}_{av} = 0$) กล่าวคือ ไม่มีประจุไฟฟ้าลัพธ์เคลื่อนที่ผ่านในทิศทางใดที่แน่นอน หรือไม่มีกระแสไฟฟ้าในตัวนำ

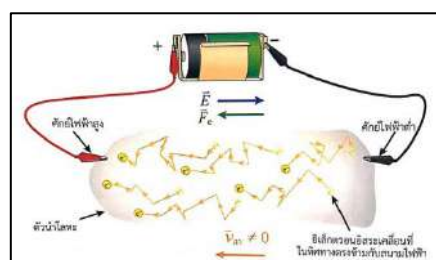


รูป 14.2 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในสภาวะปกติไม่มีทิศทางแน่นอน

การที่จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำ อิเล็กตรอนอิสระต้องมีการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ยไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอน ทั้งนี้ แรงไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อมีสนามไฟฟ้า และสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุด ดังนั้น การจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระในตัวนำมีการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ยไปในทิศทางเดียวกันได้นั้น จะต้องแหล่งพลังงานที่สามารถทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดในตัวนำได้ แหล่งพลังงานที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดในตัวนำอย่างต่อเนื่องเรียกว่า **แหล่งกำเนิดไฟฟ้า (electrical energy source)**

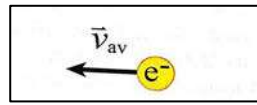
ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ เซลล์สุริยะ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า จะยกตัวอย่างในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่มีใช้กันทั่วไปและให้กระแสไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งง่ายต่อการทำความเข้าใจ

เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อเข้ากับตัวนำโลหะดังรูป 14.3 จะทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดในตัวนำ โดยจุดที่อยู่ด้านขั้วบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าจุดที่อยู่ด้านขั้วลบ ส่งผลให้เกิดสนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) และแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระ ($\vec{F}_e$) ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่ไม่เป็นศูนย์ ($\vec{v}_{av} \neq 0$) ไปในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า (เนื่องจากอิเล็กตรอนมีการชนกับอะตอมอื่น ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ระหว่างเส้นทางการเคลื่อนที่ จึงมีทิศทางตลอดเส้นทางการเคลื่อนที่ไม่เป็นแนวตรง) ทำให้มีประจุไฟฟ้าลัพธ์ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในตัวนำ นั่นคือ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ



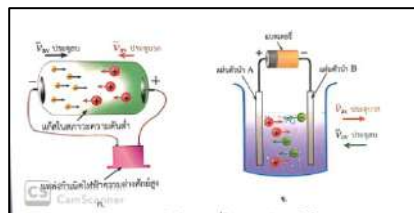
รูป 14.3 ภาพจำลองการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำโลหะเมื่อมีสนามไฟฟ้า

เพื่อการง่ายต่อการทำความเข้าใจการเขียนสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรืออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในตัวนำเมื่อมีสนามไฟฟ้า จึงระบุด้วยเวกเตอร์ของความเร็วเฉลี่ย ดังรูป 14.4



รูป 14.4 การแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำด้วยเวกเตอร์
ความเร็วเฉลี่ย

สำหรับตัวนำไฟฟ้าชนิดอื่น เช่น แก๊สที่อยู่ภายใต้สภาวะความดันต่ำและสนามไฟฟ้าที่มีค่าสูง โมเลกุลของแก๊สจะแตกตัวได้ง่าย ทำให้มีอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวกของแก๊สเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกัน แต่ไอออนบวกจะเคลื่อนที่ช้ามาก จึงส่งผลให้มีประจุไฟฟ้าลัพธ์ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในแก๊ส จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในแก๊ส ดังรูป 14.5 ก. ส่วนในตัวนำไฟฟ้าอย่างอิเล็กโทรไลต์ ไอออนลบและบวกที่เกิดจากการแตกตัวของกรด เบส หรือ เกลือ จะเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นตัวนำโลหะที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน ดังรูป 14.5 ข. ทำให้มีประจุไฟฟ้าลัพธ์ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในอิเล็กโทรไลต์ จึงส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกัน



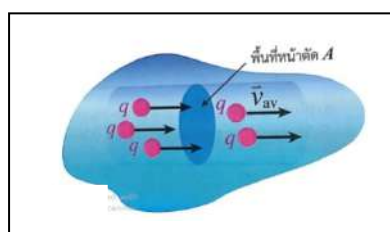
รูป 14.5 ก. การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุลบและประจุบวกในแก๊ส
ข. การเคลื่อนที่ของไอออนบวกและไอออนลบในอิเล็กโทรไลต์

เนื่องจาก กระแสไฟฟ้าเกิดจากการมีประจุไฟฟ้าลัพธ์เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง จึงได้มีการกำหนดว่า กระแสไฟฟ้าในตัวนำใดๆ คือปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา

ถ้าพิจารณาตัวนำที่มีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัด A ดังรูป 14.6 สมมติในเวลา Δt อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจำนวน N ตัว เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ถ้าอนุภาคแต่ละตัวมีประจุไฟฟ้า q ดังนั้น ประจุไฟฟ้าทั้งหมด Q ที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดจะเท่ากับ Nq และจะได้ว่า กระแสไฟฟ้า

$$I \text{ มีค่า ดังนี้ } I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{Nq}{\Delta t}$$

จากสมการ จะได้ว่าหน่วยของกระแสไฟฟ้า คือ คูลอมบ์ต่อวินาที หรือ แอมแปร์ (ampere) แทนด้วยสัญลักษณ์ A

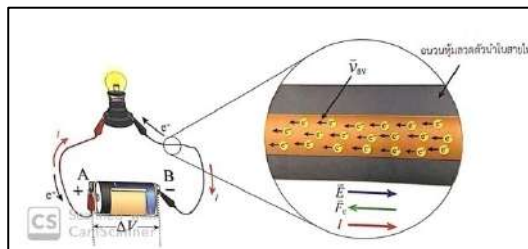


รูป 14.6 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำชนิดหนึ่ง

ในการกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้า ได้มีการกำหนดให้ **กระแสไฟฟ้าในตัวนำมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า** ซึ่งเป็นทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ทั้งนี้เนื่องจากในอดีตช่วงที่เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดให้กระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ซึ่งเป็นทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวก หรือ ทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ถึงแม้ว่า ภายหลังจะพบว่า กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะจะเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ แต่การกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้างดงกล่าวยังคงยึดตามแบบที่กำหนดไว้เดิม

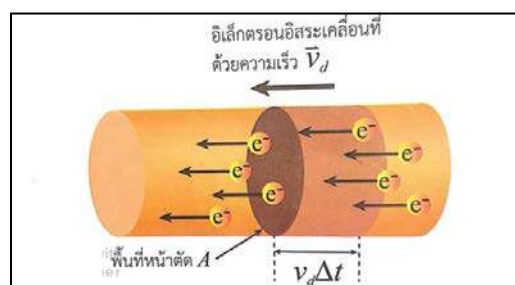
กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ในกรณีที่ตัวนำไฟฟ้าเป็นโลหะและมีลักษณะเป็นเส้นทรงกระบอกยาว เรียกตัวนำดังกล่าวว่า **ลวดตัวนำ** เช่น ลวดทองแดงในสายไฟที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าตามอาคารบ้านเรือน การเกิดกระแสไฟฟ้าและการหาค่าของกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ พิจารณาได้ดังนี้

เมื่อนำสายไฟที่ภายในมีลวดตัวนำมาต่อเข้ากับแบตเตอรี่และหลอดไฟ ดังรูป 14.7 จะทำให้เกิดความต่างศักย์ (ΔV) ระหว่างปลายของลวดตัวนำด้านที่ต่อกับขั้วบวก กับปลายที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ กำหนดให้เป็นจุด **A** และ **B** ตามลำดับ ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสอง ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ภายในลวดตัวนำ ทำให้มีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอน $\vec{F}_e$ ในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า และทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย $\vec{v}_{av}$ ไม่เป็นศูนย์จาก **B** ไป **A** เกิดเป็นกระแสอิเล็กตรอน (electron current) ดังรูป 14.7 ซึ่งมีทิศทางการเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ



รูป 14.7 กระแสอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในตัวนำ

ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนอิสระ ($\vec{v}_{av}$) ที่เคลื่อนที่ในลวดตัวนำเนื่องจากสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ (หรือความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในตัวนำไฟฟ้าเนื่องจากสนามไฟฟ้า) มีชื่อเรียกเฉพาะว่า **ความเร็วลอยเลื่อน (drift velocity)** แทนด้วยสัญลักษณ์ $\vec{v}_d$ ดังนั้นจากรูป 14.8 ในช่วงเวลา Δt สามารถพิจารณาได้ว่าแต่ละอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้เป็น $v_d \Delta t$



รูป 14.8 อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ

เนื่องจากอิเล็กตรอนแต่ละตัวมีประจุ e ดังนั้น ประจุไฟฟ้าทั้งหมด Q ที่ผ่านพื้นที่หน้าตัด A ในช่วงเวลาดังกล่าวจึงเท่ากับ

$$Q = en(v_d \Delta t)A$$

$$I = \frac{nev_d \Delta t A}{v_d \Delta t} = nev_d A$$

นั่นคือ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ขึ้นกับความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ (n) ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน (e) ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน (v_d) และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ (A)

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูสาธิตการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า โดยใช้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะสองชุดตามหนังสือเรียน (ดังรูป) แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะบางในอิเล็กโทรสโคป



1.2 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตอบ

ครู : จากรูป ก. ทำไมแผ่นโลหะบางในชุดแรกจึงกาง แต่อีกชุดหนึ่งไม่กาง (แนวการตอบ เพราะแผ่นโลหะบางชุดแรกมีประจุไฟฟ้า และแผ่นโลหะบางอีกชุดมีสภาพเป็นกลาง)

ครู : จากรูป ข. เมื่อครูพาดโลหะลงบนแผ่นโลหะด้านบน นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะบางอย่างไร (แนวการตอบ แผ่นโลหะบางชุดแรกหุบลง และแผ่นโลหะบางชุดที่สองกางออก)

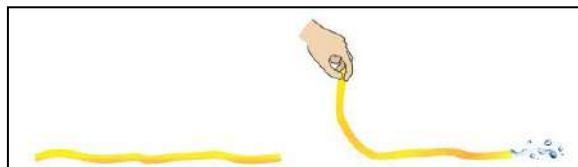
ครู : จากรูป ข. แผ่นโลหะบางชุดแรกหุบลง และแผ่นโลหะบางชุดที่สองกางออก นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นถึงเป็นเช่นนั้น (ทั้งนี้นักเรียนหาคำตอบ)

1.3 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้อย่างไร และมีความสัมพันธ์กับพลังงานไฟฟ้าอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

2) อิเล็กตรอนอิสระในตัวนำที่เป็นโลหะ เคลื่อนที่ได้อย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

1.4 ครูยกตัวอย่างการไหลของน้ำในสายยางที่มีน้ำอยู่เต็มตลอดสาย แต่ถ้ามีการยกปลายสายยางด้านหนึ่งให้ยกสูงขึ้น (ดังรูป) ทำให้ปลายทั้งสองมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงต่างกัน น้ำจะไหลจากปลายด้านที่มีพลังงานศักย์สูงกว่าไปยังปลายที่มีพลังงานศักย์ต่ำกว่า แล้วครูถามนักเรียนว่าถ้าเปรียบเทียบน้ำไหลดังกล่าวกับศักย์ไฟฟ้าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)



ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง กระแสไฟฟ้า ในหนังสือเรียน หน้า 170-177

2.2 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า ลงในใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) จงอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า (electric current) (แนวการตอบ เป็นการเคลื่อนที่ของของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งนำพลังงานไฟฟ้าไปถ่ายโอนให้กับเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า)

2) ตัวกลางที่ให้กระแสไฟฟ้าผ่าน เรียกว่า (แนวการตอบ ตัวนำไฟฟ้า (electrical conductor))

3) ตัวนำที่เป็นโลหะอิเล็กตรอนบางส่วนไม่ได้ถูกยึดเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า (แนวการตอบ อิเล็กตรอนอิสระ (free electron))

4) ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปทั่วภายในตัวนำ มีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอนมีค่าเท่าใด (แนวการตอบ ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนมีค่าเป็นศูนย์)

5) จงอธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ (แนวการตอบ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา)

6) ถ้ามีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระ ($\vec{F}_e$) ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่อย่างไร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด (แนวการตอบ อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่ไม่เป็นศูนย์ ไปในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า)

7) ทิศทางของกระแสไฟฟ้าในตัวนำ มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร (แนวการตอบ กระแสไฟฟ้าในตัวนำมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน)

8) ถ้าภายในลวดตัวนำมีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอน ($\vec{F}_e$) ในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด (แนวการตอบ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่ไม่เป็นศูนย์ มีทิศทางการเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ)

9) ความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในตัวนำไฟฟ้าเนื่องจากสนามไฟฟ้าเรียกว่า (แนวการตอบ ความเร็วลอยเลื่อน (drift velocity))

10) ค่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับค่าใดบ้าง (แนวการตอบ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ (n) ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน (e) ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน (v_d) และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ (A))

ชั้นที่ 4 ขันขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าตรง (direct current หรือ DC) ซึ่งมีทิศทางเดิมตลอดวงจรแตกต่างจากกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนทั่วไปที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current หรือ AC) ซึ่งมีทิศทางของกระแสไฟฟ้ากลับไปกลับมา และเป็นกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้น ในบทนี้เมื่อกล่าวถึงวงจรไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า จึงหมายถึง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (direct-current circuit) และกระแสไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าในตัวกลางต่าง ๆ

4.3 ครูอธิบายตัวอย่าง 14.1 และ 14.2 ในหนังสือเรียน

ชั้นที่ 5 ขันประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.1 ข้อ 1. – 3.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 ห้องสมุด

8.3 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำได้ 2) อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้ 3) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำได้	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง กระแสไฟฟ้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวข้องได้	1) ตรวจแบบฝึกหัด 14.1 ข้อ 1. – 3.	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรมเรื่อง กระแสไฟฟ้า 2) ตรวจแบบฝึกหัด 14.1 ข้อ 1. – 3.	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 6-9 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 0-5 ข้อ
	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ

ด้าน กระบวนการ (P)	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2	6	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 29 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 29 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า

1. จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จงอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า (electric current)

ตอบ _____

2. ตัวกลางที่ให้กระแสไฟฟ้าผ่าน เรียกว่า

ตอบ _____

3. ตัวนำที่เป็นโลหะอิเล็กตรอนบางส่วนไม่ได้ถูกยึดเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า

ตอบ _____

4. ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปทั่วภายในตัวนำ มีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอนมีค่าเท่าใด

ตอบ _____

5. จงอธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ

ตอบ _____

6. ถ้ามีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระ ($\vec{F}_e$) ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่อย่างไร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ตอบ _____

7. ทิศทางของกระแสไฟฟ้าในตัวนำ มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

ตอบ _____

8. ถ้าภายในลวดตัวนำมีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอน ($\vec{F}_e$) ในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ตอบ _____

9. ความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในตัวนำไฟฟ้าเนื่องจากสนามไฟฟ้า

ตอบ _____

10. ค่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับค่าใดบ้าง

ตอบ _____

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้า

จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จงอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า (electric current)

ตอบ เป็นการเคลื่อนที่ของของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งนำพลังงานไฟฟ้าไปถ่ายโอนให้กับเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า

2. ตัวกลางที่ให้กระแสไฟฟ้าผ่าน เรียกว่า

ตอบ ตัวนำไฟฟ้า (electrical conductor)

3. ตัวนำที่เป็นโลหะอิเล็กตรอนบางส่วนไม่ได้ถูกยึดเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า

ตอบ อิเล็กตรอนอิสระ (free electron)

4. ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปทั่วภายในตัวนำ มีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอนมีค่าเท่าใด

ตอบ ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนมีค่าเป็นศูนย์

5. จงอธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ

ตอบ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา

6. ถ้ามีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระ ($\vec{F}_e$) ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่อย่างไร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ตอบ อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่ไม่เป็นศูนย์ ไปในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า

7. ทิศทางของกระแสไฟฟ้าในตัวนำ มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

ตอบ มีกระแสไฟฟ้าในตัวนำมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

8. ถ้าภายในลวดตัวนำมีแรงไฟฟ้ากระทำต่ออิเล็กตรอน ($\vec{F}_e$) ในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ตอบ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่ไม่เป็นศูนย์ มีทิศทางการเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

9. ความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในตัวนำไฟฟ้าเนื่องจากสนามไฟฟ้า

ตอบ ความเร็วลอยเลื่อน (drift velocity)

10. ค่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับค่าใดบ้าง

ตอบ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ (n) ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน (e) ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน (v_d) และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ (A)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 30

เรื่อง กฎของโอห์ม

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

11. ทดลองและอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) ทดลองเพื่ออภิปรายและสรุปกฎของโอห์มได้
- 2) นำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มไปคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

กฎของโอห์ม (Ohm's law) มีใจความว่า ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำ โลหะจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น เขียนในรูปสมการได้เป็น $I = (\frac{1}{R})\Delta V$ เมื่อ R เป็นค่าคงตัวซึ่งเป็นความต้านทานไฟฟ้า (หรือความต้านทาน) ของลวดตัวนำนั้น ทั้งนี้จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า กฎของโอห์มเป็นจริงสำหรับตัวนำและอุปกรณ์บางชนิดเท่านั้น

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ สำหรับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแบตเตอรี่ ต่ออยู่กับหลอดไฟ เมื่อเพิ่มหรือลดจำนวนแบตเตอรี่ เช่น เพิ่มจำนวนแบตเตอรี่จาก 2 เป็น 3 ก้อน หรือ ลดจำนวนแบตเตอรี่จาก 2 เป็น 3 ก้อน พบว่า หลอดไฟให้แสงสว่างแตกต่างไปจากเดิม แสดงว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟและหลอดไฟมีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ถ้าลองเปลี่ยนจากการใช้สายไฟต่อระหว่างหลอดไฟกับแบตเตอรี่เป็นวัสดุต่างๆ เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง เหล็ก หรือ สังกะสี จะพบว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟแตกต่างไปจากเดิมเช่นกัน

กฎของโอห์มและความต้านทาน แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำในสายไฟ

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ ดังนี้

ความต่างศักย์มีผลทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ เกิดเป็นกระแสไฟฟ้าในตัวนำ ดังนั้นความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กัน

- 1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

- 1) การเพิ่มหรือลดจำนวนแบตเตอรี่ในวงจรไฟฟ้าทำให้ความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำเปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงนี้มีความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

- 2) นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยละเพศ ละความสามารถ
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม
- 2.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด
- 2.4 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์
- 2.5 ครูอธิบายการใช้มัลติมิเตอร์ และวิธีการทดลอง
- 2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)
- 2) นักเรียนสามารถหาค่าความต่างศักย์ได้อย่างไร (แนวการตอบ ถ่าน 1 ก้อน มีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 1.5 V, ถ่าน 2 ก้อน มีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 3 V, ถ่าน 3 ก้อน มีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 4.5 V)
- 3) จากการทดลอง เมื่อเพิ่มถ่านไฟฉาย จาก 1 ก้อน เป็น 2 ก้อน ค่าของกระแสไฟฟ้าเป็นอย่างไร (แนวการตอบ ค่าของกระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น)
- 4) กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร (แนวการตอบ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด)
- 5) จากการทดลอง เมื่อเพิ่มถ่านไฟฉาย จาก 2 ก้อน เป็น 3 ก้อน ค่าของกระแสไฟฟ้าเป็นอย่างไร (แนวการตอบ ค่าของกระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น)
- 6) กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร (แนวการตอบ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด)
- 7) จากการทดลอง นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (แนวการตอบ กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความต่างศักย์)

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

จากการทำการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย หรือเพิ่มค่าความต่างศักย์ จะทำให้อ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้เพิ่มมากขึ้น แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์แปรผันตรงกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติมจากการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์แปรผันตรงกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม กล่าวว่า “ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น” เขียนความสัมพันธ์จะได้ว่า $I \propto \Delta V$ แล้ว $I = k\Delta V$ จะได้ $I = (\frac{1}{k})\Delta V$ เมื่อ $(\frac{1}{k})$ เป็นค่าคงที่เรียกว่าค่าความต้านทาน ใช้สัญลักษณ์ใหม่เป็น R ดังนั้น เขียนในรูปสมการจะได้เป็น $V = IR$

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าตรง (direct current หรือ DC) ซึ่งมีทิศทางเดิมตลอดวงจรแตกต่างจากกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนทั่วไปที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current หรือ AC) ซึ่งมีทิศทางของกระแสไฟฟ้ากลับไปกลับมา และเป็นกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้น ในบทนี้เมื่อกล่าวถึงวงจรไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า จึงหมายถึง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (direct-current circuit) และกระแสไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น

4.3 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าในตัวกลางต่าง ๆ

4.4 ครูอธิบายตัวอย่าง 14.3 ในหนังสือเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.2 ข้อ 1.- 2.

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 ใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

8.3 ห้องสมุด

8.4 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม	1) นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองเพื่ออธิบายและสรุปกฎของโอห์มได้ 2) นำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มไปคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม 2) ตรวจแบบฝึกหัด 14.2 ข้อ 1. – 2.	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถบันทึกผลกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์ 2) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.1 การทดลอง เรื่องกฎของโอห์ม	1) แบบประเมินการทำ กิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระ งานที่ได้รับมอบหมาย ได้ดี ผ่านเกณฑ์
---	---	-------------------------------	---

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง กฎของโอห์ม

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้าน กระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
	3	บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	บันทึกผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

* หมายเหตุ คะแนนด้านกระบวนการ ให้หาค่าเฉลี่ยของคะแนน แล้วนำคะแนนลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง กฎของโอห์ม
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง กฎของโอห์ม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		2	2	2		
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 30 เรื่อง กฎของโอห์ม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ตัญศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 30 เรื่อง กฎของโอห์ม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางจิตติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ

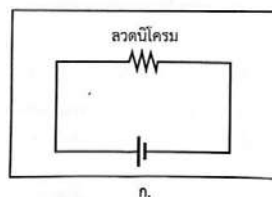
3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|--|---|---------|
| 1) แบตเตอรี่ขนาด 1.5 V 4 ก้อน พร้อมกระบะ | 1 | ชุด |
| 2) แอมมิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 3) สายไฟพร้อมปากหนีบ | 4 | เส้น |
| 4) โวลต์มิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 5) ลวดนิโครมยาวประมาณ 50 เซนติเมตร | 1 | เส้น |

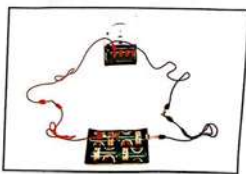
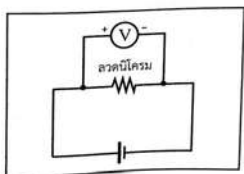
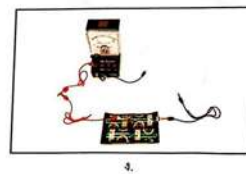
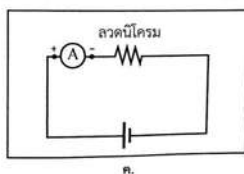
(หรือตัวต้านทานขนาด 8-15 โอห์ม)

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) จัดให้แผ่นโลหะในกระบะแบตเตอรี่อยู่ในตำแหน่งของ แบตเตอรี่ 1 ก้อน จากนั้นต่อแบตเตอรี่ 1 ก้อนกับลวดนิโครม ดังวงจรในรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ข.



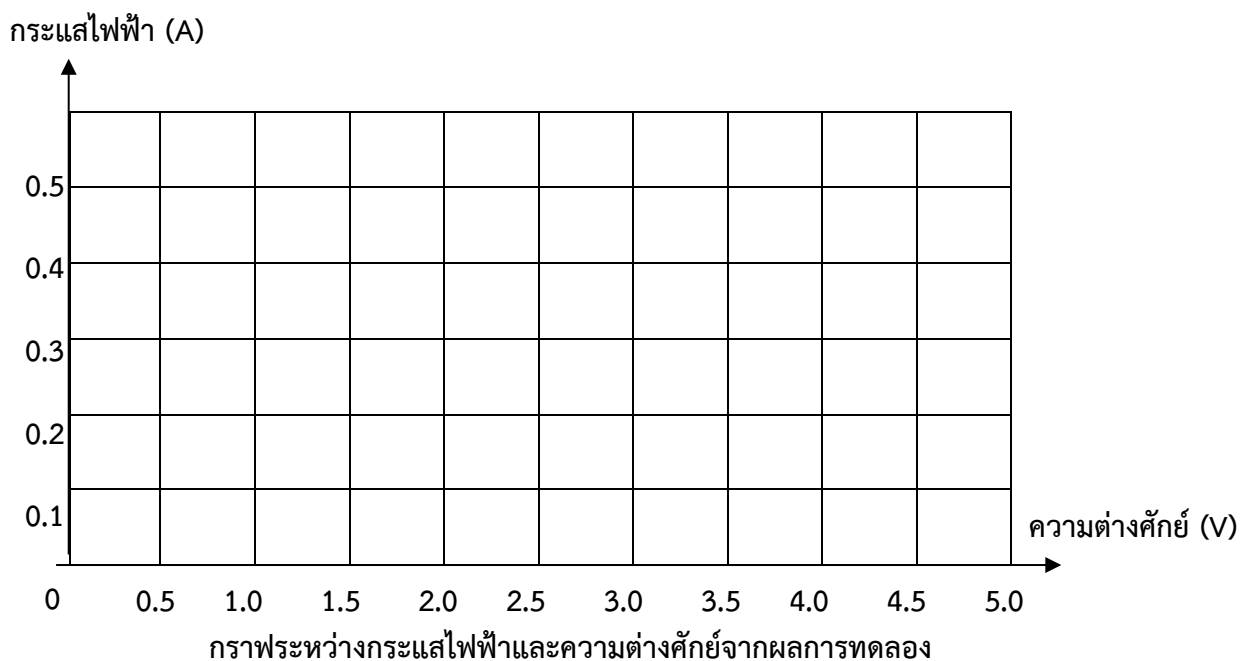
- 2) ต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจร เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ดังวงจรในรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ง. อ่านและบันทึกกระแสไฟฟ้า จากนั้นปลดแอมมิเตอร์แล้วต่อโวลต์มิเตอร์ เพื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดนิโครม ดังวงจรในรูป จ. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ฉ. อ่านและบันทึกความต่างศักย์



- 3) ทดลองซ้ำข้อ 1. และ 2. โดยเปลี่ยนตำแหน่งแผ่นโลหะในกระบะไปที่ตำแหน่งของแบตเตอรี่ 2, 3 และ 4 ก่อนตามลำดับ
- 4) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟ โดยให้กระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนตั้ง และความต่างศักย์อยู่บนแกนนอน

5. ผลการทำการทดลอง

จำนวนแบตเตอรี่	ความต่างศักย์ (V)	กระแสไฟฟ้า (A)
1 ก้อน		
2 ก้อน		
3 ก้อน		
4 ก้อน		



6. คำถามท้ายการทดลอง

- 1) กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร

ตอบ

- 2) จากกราฟที่ได้กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

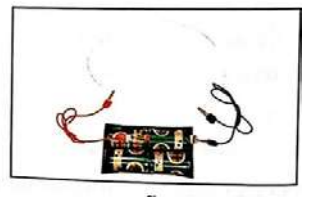
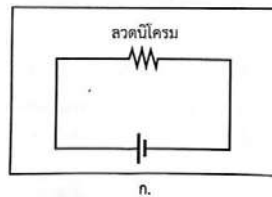
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ

3. วัสดุ-อุปกรณ์

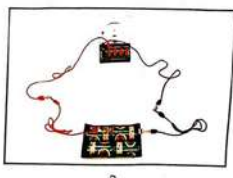
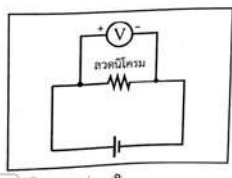
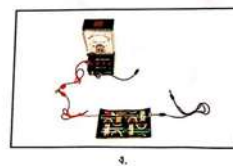
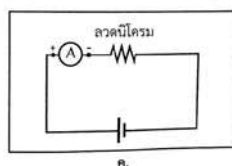
- | | | |
|--|---|---------|
| 1) แบตเตอรี่ขนาด 1.5 V 4 ก้อน พร้อมกระบะ | 1 | ชุด |
| 2) แอมมิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 3) สายไฟพร้อมปากหนีบ | 4 | เส้น |
| 4) โวลต์มิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 5) ลวดนิโครมยาวประมาณ 50 เซนติเมตร | 1 | เส้น |
- (หรือตัวต้านทานขนาด 8-15 โอห์ม)

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) จัดให้แผ่นโลหะในกระบะแบตเตอรี่อยู่ในตำแหน่งของ แบตเตอรี่ 1 ก้อน จากนั้นต่อแบตเตอรี่ 1 ก้อนกับลวดนิโครม ดังวงจรในรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ข.



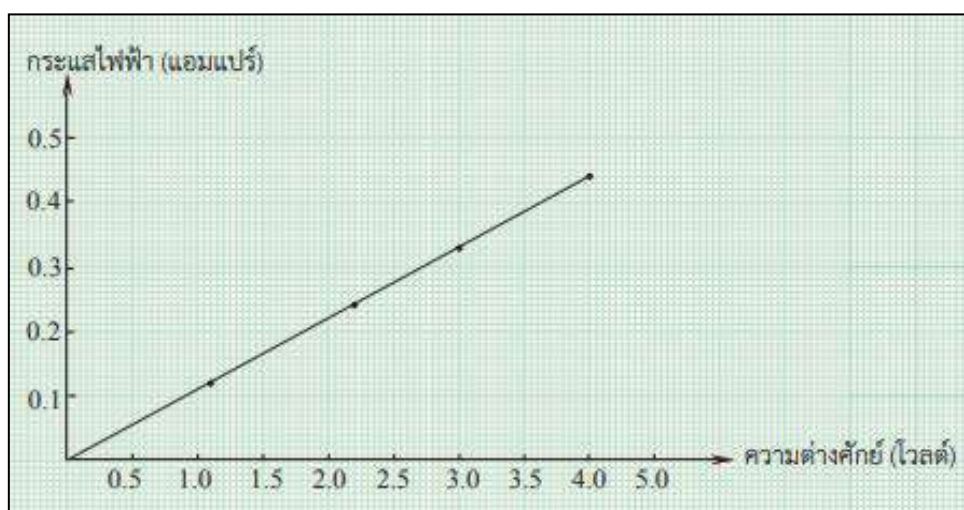
- 2) ต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจร เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ดังวงจรในรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ง. อ่านและบันทึกกระแสไฟฟ้า จากนั้นปลดแอมมิเตอร์แล้วต่อโวลต์มิเตอร์ เพื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดนิโครม ดังวงจรในรูป จ. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ฉ. อ่านและบันทึกความต่างศักย์



- 3) ทดลองซ้ำข้อ 1. และ 2. โดยเปลี่ยนตำแหน่งแผ่นโลหะในระบบไปที่ตำแหน่งของแบตเตอรี่ 2, 3 และ 4 ก่อนตามลำดับ
- 4) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟ โดยให้กระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนตั้ง และความต่างศักย์อยู่บนแกนนอน

5. ผลการทำการทดลอง

จำนวนแบตเตอรี่	ความต่างศักย์ (V)	กระแสไฟฟ้า (A)
1 ก้อน	1.1	0.12
2 ก้อน	2.2	0.24
3 ก้อน	3.0	0.33
4 ก้อน	4.0	0.44



กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์จากผลการทดลอง

6. คำถามท้ายการทดลอง

- 1) กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร

ตอบ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด.....

- 2) จากกราฟที่ได้กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....จากการทำการทดลอง พบว่า กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดนิโครมกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดนิโครม มีลักษณะเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด จึงสรุปได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนิโครมแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดนิโครม.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 31

เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์ดา

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

11. ทดลองและอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายของสภาพต้านทานได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) สามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ความต้านทาน (resistance) แทนด้วยสัญลักษณ์ R โดยความต้านทานของวัตถุขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ สำหรับลวดตัวนำยาว l พื้นที่หน้าตัด A ที่อุณหภูมิคงตัว ความต้านทานของลวดตัวนำเป็นไปตามสมการ

$$R = \rho \left(\frac{l}{A} \right) \text{ เมื่อ } \rho \text{ เป็นสภาพต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity)}$$

ส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า เรียกว่า สภาพนำไฟฟ้า (electrical conductivity) แทนด้วยสัญลักษณ์ σ

ตัวต้านทาน (resistor) เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้าให้พอเหมาะกับการใช้งานต่าง ๆ โดยตัวต้านทานที่ใช้ทั่วไปในวงจรไฟฟ้า ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า ตัวต้านทานค่าคงตัว (fixed resistor)

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม (series combination) n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล (equivalent resistance) R มีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel combination) n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R มีค่าลดลงตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า เมื่อนำลวดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกันและมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่มีความยาวต่างกัน มาต่อกับแบตเตอรี่แล้ววัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำที่ละเส้นพบว่า กระแสไฟฟ้า I ที่วัดได้จะยังมีค่าน้อย เมื่อลวดตัวนำมีความยาว l เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$I \propto \frac{1}{l}$$

จากสมการที่ใช้ในการหากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ $I = nev_d A$ เราสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำได้ว่า

$$I \propto A$$

จึงได้

$$I \propto \frac{A}{l}$$

จากกฎของโอห์ม

$$I \propto \Delta V$$

ดังนั้น

$$I \propto \frac{A}{l} \Delta V$$

ถ้าให้ค่าคงตัวของการแปรผันนี้เป็น σ

จะได้ว่า

$$I = \sigma \frac{A}{l} \Delta V$$

จากความสัมพันธ์ข้างต้น ถ้าเปลี่ยนชนิดของลวดตัวนำเป็นลวดตัวนำที่ทำจากสารชนิดอื่น โดยที่ให้ปริมาณอื่นๆ ยังมีค่าคงตัว พบว่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำจะมีค่าเปลี่ยนไป กล่าวคือ สำหรับตัวนำที่ทำจากสารต่างกัน σ จะมีค่าต่างกัน กล่าวคือ σ เป็นสมบัติเฉพาะของสารชนิดต่างๆ ค่าคงตัว σ นี้เรียกว่า สภาพนำไฟฟ้า (electrical conductivity) มีหน่วย (โอห์ม เมตร)⁻¹ หรือ ($\Omega \text{ m}$)⁻¹

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพต้านทานและความต้านทาน ได้สมการ คือ $R = \rho \frac{l}{A}$

ค่าคงตัว ρ ที่เป็นส่วนกลับของสภาพนำไฟฟ้านี้เรียกว่า สภาพต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity) มีหน่วยโอห์ม เมตร หรือ $\Omega \text{ m}$ ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะของสารชนิดต่างๆ เช่นเดียวกัน ตาราง 14.2 แสดงสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารบางชนิด

ตาราง 14.2 สภาพต้านทานไฟฟ้าของสารบางชนิด

สาร	สภาพต้านทานไฟฟ้า ($\Omega \text{ m}$) ที่อุณหภูมิ 20 °C
เงิน	1.59×10^{-8}
ทองแดง	1.72×10^{-8}
ทอง	2.44×10^{-8}
อะลูมิเนียม	2.65×10^{-8}
เหล็ก	9.71×10^{-8}
ตะกั่ว	2.20×10^{-7}

ดังนั้น จากความสัมพันธ์ระหว่างสภาพต้านทานและความต้านทานตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ จึงกล่าวได้ว่า สำหรับลวดตัวนำที่ทำจากสารชนิดเดียวกัน สภาพต้านทานของลวดตัวนำจะมีค่าเท่ากัน แต่ความต้านทานอาจมีค่าแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำนั้น

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

-

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความต้านทานของลวดนิโครม ว่ามีความต้านทานคงตัวและเป็นไปตามกฎของโอห์ม

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) หากพิจารณาลวดนิโครมที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ถ้าเปลี่ยนความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดนิโครม กระแสไฟฟ้าจะมีค่าแตกต่างออกไปหรือไม่ อย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูสาธิตโดยนำลวดนิโครมที่มีความยาวและพื้นที่หน้าตัดแตกต่างกันมาต่อเป็นวงจรกับแบตเตอรี่ แล้วแสดงให้นักเรียนเห็นว่า ความยาวและขนาดเส้นลวดตัวนำมีผลต่อกระแสไฟฟ้าในวงจร

2.2 ครูนำอภิปรายความหมายของสภาพนำไฟฟ้า และสภาพต้านทานไฟฟ้า และข้อสรุปว่า ความต้านทาน (R) ของลวดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดหนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับความยาวของลวดตัวนำ และแปรผกผันกับพื้นที่ที่ตัดขวาง (A) ของลวดตัวนำนั้น ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน โดยครูควรเน้นว่า สภาพต้านทานไฟฟ้าของสารชนิดเดียวกันมีค่าเท่ากัน แต่ความต้านทานของสารชนิดเดียวกัน อาจแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสารนั้น

2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาตาราง 14.2 เพื่อหาคำตอบที่ได้ถามไว้ในช่วงเริ่มต้น เกี่ยวกับการเปลี่ยนสายไฟที่ต่อระหว่างแบตเตอรี่กับหลอดไฟเป็นตัวนำโลหะชนิดอื่น มีผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟ และสามารถอธิบายได้อย่างไร

2.4 นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 14.4 โดยครูแนะนำ

2.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.2 เรื่อง ข้อ 3. – 4.

2.6 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 14.2 ข้อ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

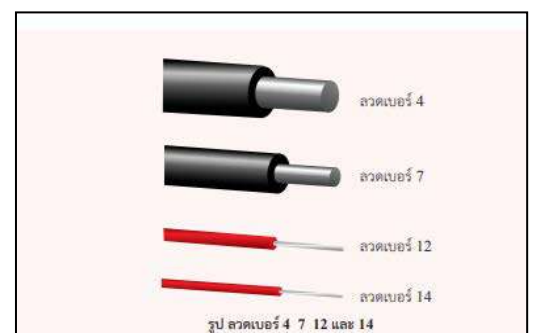
3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพตัวนำไฟฟ้า

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติม

ในการระบุขนาดของลวดตัวนำ มีการใช้มาตรฐาน 2 มาตรฐาน คือ AWG กับ SWG ซึ่งย่อมาจาก American Wire Gauge กับ Standard Wire Gauge ตามลำดับ โดยลวดตัวนำที่เบอร์ตามมาตรฐาน AWG หรือ SWG มาก แสดงว่า ลวดนั้นยังมีขนาดเล็ก และมีความต้านทานมากดังตัวอย่างในตารางด้านล่าง

ตาราง เบอร์ลวดและขนาดตามมาตรฐาน AWG และ SWG				
เบอร์ลวด	มาตรฐาน AWG		มาตรฐาน SWG	
	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความต้านทานต่อเมตร (สำหรับลวดทองแดง) ($\times 10^{-3} \Omega / m$)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความต้านทานต่อเมตร (สำหรับลวดทองแดง) ($\times 10^{-3} \Omega / m$)
4	5.189	0.815	5.893	2.07
5	4.621	1.028	5.385	2.48
6	4.115	1.296	4.877	3.03
7	3.665	1.634	4.470	3.60
8	3.264	2.061	4.064	4.36
9	2.906	2.599	3.658	5.38
10	2.588	3.277	3.251	6.81
11	2.305	4.132	2.946	8.30
12	2.053	5.211	2.642	10.3
13	1.828	6.571	2.337	13.2
14	1.628	8.286	2.032	17.4



ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.2 เรื่อง ข้อ 3. – 4.

5.2 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 14.2 ข้อ 2.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายของสภาพต้านทานได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) สามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	ตอบคำถามได้แต่ไม่ครบถ้วน
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 31 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 31 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32

เรื่อง ความต้านทาน

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2568 คาบที่.....

ครูผู้สอน นายวิทยา ตัญศักดิ์

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

11. ทดลองและอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายของความต้านทานได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) สามารถอ่านค่าของความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ความต้านทาน (resistance) แทนด้วยสัญลักษณ์ R โดยความต้านทานของวัตถุขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ สำหรับลวดตัวนำยาว l พื้นที่หน้าตัด A ที่อุณหภูมิคงตัว ความต้านทานของลวดตัวนำเป็นไปตามสมการ

$$R = \rho \left(\frac{l}{A} \right) \text{ เมื่อ } \rho \text{ เป็นสภาพต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity)}$$

ส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า เรียกว่า สภาพนำไฟฟ้า (electrical conductivity) แทนด้วยสัญลักษณ์ σ

ตัวต้านทาน (resistor) เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้าให้พอเหมาะกับการใช้งานต่าง ๆ โดยตัวต้านทานที่ใช้ทั่วไปในวงจรไฟฟ้า ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า **ตัวต้านทานค่าคงตัว (fixed resistor)**

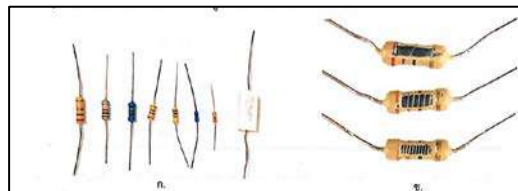
การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม (series combination) n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล (equivalent resistance) R มีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel combination) n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R มีค่าลดลงตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$

5. สารการเรียนรู้

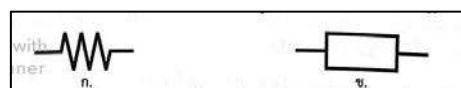
5.1 ความรู้

ตัวต้านทาน ในออกแบบและพัฒนางจรไฟฟ้าทำได้มีการประดิษฐ์ขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความต้านทาน (resistor) เพื่อควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้าให้พอเหมาะกับการใช้งานต่างๆ โดยตัวต้านทานที่ใช้ในวงจรส่วนใหญ่ เป็นชนิดที่เรียกว่า **ตัวต้านทานค่าคงตัว (fixed resistor)** ซึ่งมักทำมาจากฟิล์มคาร์บอน ฟิล์มโลหะ หรือ ฟิล์มออกไซด์ของโลหะ พันเอาไว้เป็นเกลียว และหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าอีกชั้นหนึ่ง ตัวอย่างตัวต้านทานค่าคงตัวขนาดต่าง ๆ ดังรูป 14.10 ก. ซึ่งเมื่อขุดผิวออกภายในจะมีลักษณะดังรูป 14.10 ข.



รูป 14.10 ก.ตัวอย่างตัวต้านทานค่าคงตัวขนาดต่างๆ ข ลักษณะภายในของตัวต้านทานค่าคงตัว

ในวงจรไฟฟ้า ตัวต้านทานแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังรูป 14.11 ก. หรือ 14.11 ข.

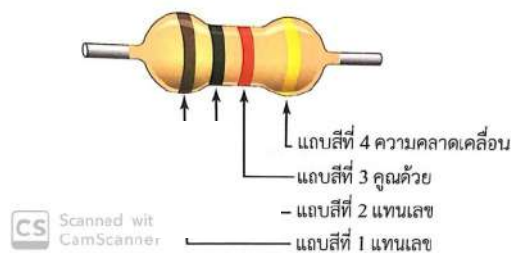


รูป 14.11 สัญลักษณ์ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า

ในการบอกความต้านทานของตัวต้านทานค่าคงตัว จะบอกโดยการอ่านแถบสีที่อยู่บนตัวต้านทานซึ่งส่วนใหญ่ จะมีแถบสี 4 แถบ ดังรูป 14.12

วิธีการอ่านความต้านทานให้อ่านจากรหัสสีดังตาราง 14.3 โดยแถบสีที่ 1 และแถบสีที่ 2 บอกตัวเลขที่หนึ่งและตัวเลขที่สอง แถบสีที่ 3 บอกตัวเลขพหุคูณ และแถบสีที่ 4 เป็นแถบแสดงความคลาดเคลื่อนเป็นร้อยละ อาจแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ความต้านทาน} = [(\text{เลขแถบสีที่ 1 เลขแถบสีที่ 2}) \times 10^{\text{เลขแถบสีที่ 3}}] + \text{เลขแถบสีที่ 4}$$



รูป 14.12 ความหมายของแถบสีบนตัวต้านทานค่าคงตัว

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับกฎของโอห์ม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอ่านค่าของความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานค่าคงตัวตามในหนังสือเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูยกตัวอย่างการอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้า
- 3.2 ครูอธิบายตัวอย่าง 14.5 ในหนังสือเรียน
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เรื่อง ความต้านทาน และการอ่านค่าของความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานค่าคงตัว

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติม การอ่านค่าแถบสีตัวต้านทานชนิดที่มีแถบสี 5 แถบ ตามหนังสือเรียน หน้า 191

4.2 ครูอธิบายให้ความรู้ชวนคิด หน้า 119

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 14.2 ข้อ 3. – 4.

5.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.2 ข้อ 5.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายของความต้านทานได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) สามารถอ่านค่าของความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานได้	1) ตรวจสอบของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 1 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง ความต้านทาน

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้แต่ไม่ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ความต้านทาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง ความต้านทาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 32 เรื่อง ความต้านทาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 32 เรื่อง ความต้านทาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายวิทยา ต้อยศักดิ์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

โรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 33

เรื่อง การต่อความต้านทาน

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

บูรณาการ

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| ☐ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง | ☐ อาเซียน | ☐ STEM | ☐ PLC |
| ☐ สวนพฤษภาคมโรงเรียน | ☐ มาตรฐานสากล | ☐ ชำมกลุ่มสาระ | |

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

11. ทดลองและอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายความหมายของการต่อตัวต้านทาน ทั้งแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสมได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) คำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

ความต้านทาน (resistance) แทนด้วยสัญลักษณ์ R โดยความต้านทานของวัตถุขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ สำหรับลวดตัวนำยาว l พื้นที่หน้าตัด A ที่อุณหภูมิคงตัว ความต้านทานของลวดตัวนำเป็นไปตามสมการ

$$R = \rho \left(\frac{l}{A} \right) \text{ เมื่อ } \rho \text{ เป็นสภาพต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity)}$$

ส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า เรียกว่า สภาพนำไฟฟ้า (electrical conductivity) แทนด้วยสัญลักษณ์ σ

ตัวต้านทาน (resistor) เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้าให้พอเหมาะกับการใช้งานต่าง ๆ โดยตัวต้านทานที่ใช้ทั่วไปในวงจรไฟฟ้า ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า ตัวต้านทานค่าคงตัว (fixed resistor)

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม (series combination) n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล (equivalent resistance) R มีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel combination) n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R มีค่าลดลงตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$

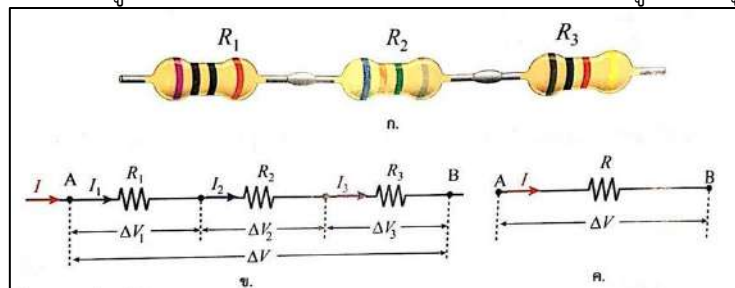
5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การต่อตัวต้านทาน

ความต้านทานรวมที่ได้จากการต่อตัวต้านทานมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไปเรียกว่า ความต้านทานสมมูล (equivalent resistance) โดยวิธีการต่อตัวต้านทานมี 2 วิธีหลักได้แก่ การต่อแบบอนุกรมและการต่อแบบขนาน ซึ่งสามารถพิจารณาหาความต้านทานสมมูลได้ดังต่อไปนี้

1. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม คือการนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันดังรูป 14.13 ก. ซึ่งถ้านำชุดตัวต้านทานนี้ไปต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงจร จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัวดังรูป 14.3 ข. ซึ่งเขียนวงจรของความต้านทานสมมูลได้ ดังรูป 14.13 ค.



รูป 14.13 ตัวอย่างการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

กำหนดให้ I เป็นกระแสไฟฟ้าในวงจร และ I_1 , I_2 และ I_3 เป็นกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานที่มีความต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 ตามลำดับ ในการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากัน และเท่ากับกระแสไฟฟ้าในวงจรที่ผ่านต้านทานจาก A ไป B นั่นคือ

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

ส่วนความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัว ΔV_1 , ΔV_2 และ ΔV_3 จะมีค่ารวมกันเท่ากับความต่างศักย์ระหว่าง A กับ B นั่นคือ

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3$$

จากกฎของโอห์ม จะได้ว่า $\Delta V = IR$, $\Delta V_1 = I_1 R_1$, $\Delta V_2 = I_2 R_2$,

และ $\Delta V_3 = I_3 R_3$

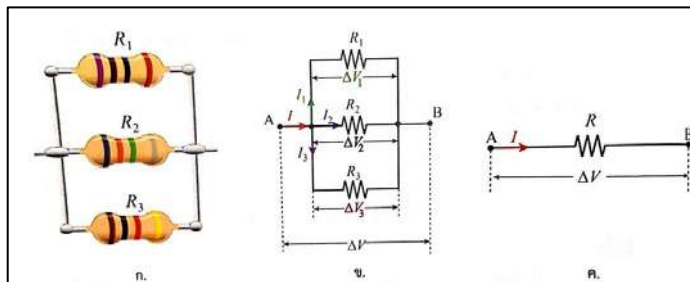
$$\text{ดังนั้น } R = R_1 + R_2 + R_3$$

เมื่อนำตัวต้านทานสามตัวมาต่ออนุกรมกัน จะให้ความต้านทานสมมูลเท่ากับผลบวกความต้านทานแต่ละตัวในกรณีที่นำตัวต้านทาน n ตัวมาต่อกันแบบอนุกรม จะให้ความต้านทานสมมูลเป็น

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

เมื่อนำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมกัน จะให้ความต้านทานสมมูลเพิ่มขึ้น

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน คือ การนำตัวต้านทานมาต่อกันในลักษณะ ดังรูป 14.14 ก. ซึ่งถ้านำชุดตัวต้านทานนี้ไปต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงจร จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านและความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัว ดังรูป 14.14 ข. และเขียนวงจรของความต้านทานสมมูลได้ดังรูป 14.14 ค.



รูป 14.14 ตัวอย่างการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

ในการต่อตัวต้านทานแบบขนาน จะได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านจาก A ไป B จะแยกไปยังตัวต้านทานแต่ละตัวเป็น I_1, I_2 และ I_3 นั่นคือ

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ในขณะที่ความต่างศักย์ระหว่างปลาย A กับ B หรือ V จะเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างปลายตัวต้านทานแต่ละตัว นั่นคือ

$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$$

เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อขนานกัน จะได้ส่วนกลับของความต้านทานสมมูลจะเท่ากับผลบวกของส่วนกลับของความต้านทานแต่ละตัว ในกรณีที่นำตัวต้านทาน n ตัวมาต่อกันแบบขนาน จะให้ความต้านทานสมมูลเป็น

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อขนานกัน จะให้ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สื่อบันทึกผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

-

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม และแบบขนาน ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ

ครู : การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมจะได้ผลลัพธ์อย่างไร (แนวการตอบ ส่วนกลับของความจุรวมจะเท่ากับผลรวมของส่วนกลับของความจุแต่ละตัว ส่งผลให้ความจุรวมมีค่าน้อยกว่าความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัว)

ครู : การต่อตัวเก็บประจุแบบขนานจะได้ผลลัพธ์อย่างไร (แนวการตอบ ความจุรวมจะเท่ากับผลรวมของความจุแต่ละตัว ส่งผลให้ความจุรวมมีค่ามากกว่าความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัว)

ครู : ถ้าเปลี่ยนจากตัวเก็บประจุเป็นตัวต้านทาน การต่อแบบอนุกรมและแบบขนานจะได้ผลลัพธ์อย่างไร (ให้นักเรียนคิด)

ครู : การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมจะได้ผลลัพธ์อย่างไร (แนวการตอบ ส่วนกลับของความจุรวมจะเท่ากับผลรวมของส่วนกลับของความจุแต่ละตัว ส่งผลให้ความจุรวมมีค่าน้อยกว่าความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัว)

ครู : ถ้าเปลี่ยนจากตัวเก็บประจุเป็นตัวต้านทาน การต่อแบบอนุกรมและแบบขนานจะได้ผลลัพธ์อย่างไร (ให้นักเรียนคิด)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ในหนังสือเรียน หน้า 192 - 195

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เรื่อง การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

3.2 ครูอธิบายตัวอย่าง 14.6 ตามหนังสือเรียน อย่างละเอียด

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ตัวต้านทานชนิดอื่นๆ ตามหนังสือเรียน หน้า 198-199

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 14.2 ข้อ 5. - 6.

5.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.2 ข้อ 7. - 8.

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายของการต่อตัวต้านทาน ทั้งแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสมได้	1) ตรวจสอบชุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถาม 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้	1) ตรวจสอบชุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัดจำนวน 2 ข้อ	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อความต้านทาน

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อความต้านทาน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 33 เรื่อง การต่อความต้านทาน

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
()

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ
()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วย/รองฯวิชาการ
()

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

บูรณาการ

- ☐ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ☐ อาเซียน ☐ STEM ☒ PLC
☐ สวนพฤษภาคมโรงเรียน ☐ มาตรฐานสากล ☐ ข้ามกลุ่มสาระ

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ได้

2) คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า **อีเอ็มเอฟ (emf หรือ electromotive force)** แทนด้วยสัญลักษณ์ $\mathcal{E}$ ซึ่งในบริบทอื่นอาจเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือ แรงดันไฟฟ้า

อีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ $\mathcal{E}$ มีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ ΔV กระแสไฟฟ้าในวงจร I และ ความต้านทานภายใน (internal resistance) ของแบตเตอรี่ r ตามสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$

พลังงานไฟฟ้า (electrical energy) เป็นพลังงานที่ประจุไฟฟ้าได้รับจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแล้ว นำไปถ่ายโอนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจร โดยพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าหนึ่งหน่วยถ่ายโอนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจรเรียกว่า ความต่างศักย์ (potential difference) แทนด้วยสัญลักษณ์ ΔV

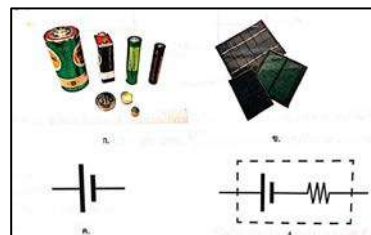
พลังงานไฟฟ้า W ที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในเวลา Δt มีค่าเป็น $W = I \Delta t \Delta V$

กำลังไฟฟ้า (power) P เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าถ่ายโอนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจรในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีค่าเป็น $P = I \Delta V$

5. การเรียนรู้

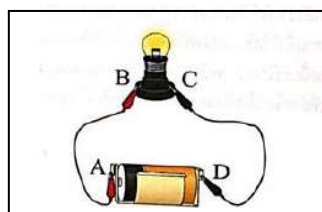
5.1 ความรู้

พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ แบตเตอรี่ และเซลล์สุริยะ ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสทั่วไปหลากหลายชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป ดังรูป 14.18 ก. และ 14.18 ข. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนแหล่งกำเนิดไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีลักษณะเป็นเส้นขนานสองเส้น โดยเส้นยาวแทนขั้วบวกและเส้นสั้นแทนขั้วลบ ดังรูป 14.18 ค. และอาจมีการแสดงสัญลักษณ์ของความต้านทานภายในได้ด้วย ดังรูป 14.18 ง.



รูป 14.18 ก. แบตเตอรี่แบบต่างๆ ข. เซลล์สุริยะ ค. และ ง. สัญลักษณ์แบตเตอรี่ในวงจรไฟฟ้า

เมื่อนำแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่มาต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ ดังรูป 14.19 สามารถพิจารณาพลังงานของประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในวงจรโดยใช้กราฟในรูป 14.20 ประกอบได้ดังนี้

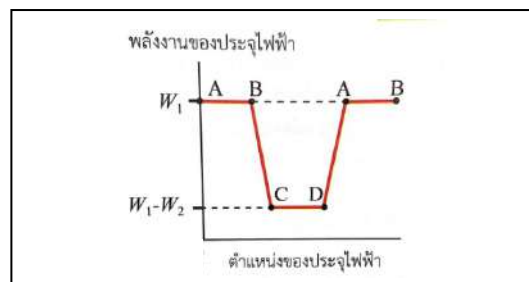


รูป 14.19 วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยหลอดไฟและแบตเตอรี่

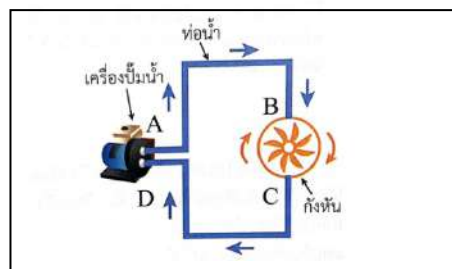
ให้ประจุไฟฟ้า Q มีพลังงานไฟฟ้า W_1 เคลื่อนที่ออกจากขั้วบวกของแบตเตอรี่ที่ A ไปตามลวดตัวนำในสายไฟถึง B (กำหนดให้ในลวดตัวนำและส่วนอื่น ๆ ของวงจรไฟฟ้าไม่มีความต้านทาน) เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านหลอดไฟจาก B ไปยัง C จะถ่ายโอนพลังงาน W_2 ให้กับหลอดไฟ ทำให้หลอดสว่างและพลังงานของประจุไฟฟ้าลดลงเท่ากับ $W_1 - W_2$ จากนั้น ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ต่อไปยังขั้วลบของแบตเตอรี่ที่ D ระหว่างที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จาก D ไปยัง A จะได้รับพลังงานจากแบตเตอรี่ W_2 ทำให้มีพลังงานเท่ากับ W_1 ทำให้ประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้ครบวงจรอีก และเป็นแบบนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายพลังงาน

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของประจุไฟฟ้าในวงจรดังรูป 14.19 เปรียบได้กับการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ของน้ำในระบบท่อที่มีเครื่องปั๊มน้ำและกักกัน ดังรูป 14.21 โดยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่เปรียบเสมือนเครื่องปั๊มน้ำ ประจุไฟฟ้าในลวดตัวนำเปรียบเสมือนน้ำในท่อ และกักกันเปรียบเสมือนเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อน้ำออกจากเครื่องปั๊มที่ A จะมีพลังงานจลน์ที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปตามท่อ และเมื่อน้ำไหลจาก B ไปยัง C จะผ่านกักกัน จะทำให้กักกันหมุน

การที่น้ำจะสามารถไหลมาหมุนกักกันได้อีกครั้ง จะต้องได้รับการปั๊มโดยเครื่องปั๊มน้ำให้มีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ ประจุไฟฟ้าที่ต้องได้รับพลังงานจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จึงจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าและครบวงจรได้



รูป 14.20 กราฟระหว่างพลังงานกับตำแหน่งของประจุไฟฟ้า



รูป 14.21 น้ำในระบบท่อที่ประกอบด้วยเครื่องปั๊มน้ำและกังหัน

พลังงานจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า **อีเอ็มเอฟ (emf หรือ electromotive force)** แทนด้วยสัญลักษณ์ $\mathcal{E}$ มีหน่วยเป็น จูลต่อคูลอมบ์หรือ โวลต์ (V) ซึ่งในแบตเตอรี่ พลังงานนี้มาจากการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่วนในเซลล์สุริยะ พลังงานนี้มาจากการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

ดังนั้น ในวงจรไฟฟ้าประจุไฟฟ้า Q เคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีอีเอ็มเอฟ เท่ากับ $\mathcal{E}$ จะได้รับพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ $Q\mathcal{E}$ ซึ่งพลังงานนี้จะถ่ายโอนไปยังส่วนต่าง ๆ ของวงจร โดยพลังงานไฟฟ้าที่ถ่ายโอนให้ส่วนต่างๆ ของวงจรต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า เรียกว่า **ความต่างศักย์ (potential difference)** แทนด้วยสัญลักษณ์ นั่นคือ เมื่อประจุไฟฟ้า Q เคลื่อนที่ผ่านส่วนต่าง ๆ ของวงจรที่มีความต่างศักย์ระหว่างปลายเป็น ΔV พลังงานไฟฟ้าที่ถ่ายโอนให้กับส่วนนั้นจะเท่ากับ $Q\Delta V$

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

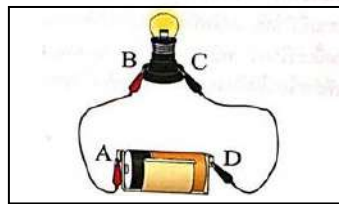
เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ



รูป 14.19 วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยหลอดไฟและแบตเตอรี่

1.1 ครูยกสถานการณ์การต่อแบตเตอรี่กับหลอดไฟดังรูป 14.19 แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ดังนี้

- การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าและการถ่ายโอนพลังงานจากแบตเตอรี่ให้กับหลอดไฟฟ้างเกิดขึ้นอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) พลังงานที่ประจุไฟฟ้าถ่ายโอนให้กับวงจรไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าในวงจรมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษารายละเอียดและกราฟรูป 14.20 ตามหนังสือเรียน ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า

- เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนออกจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะมีพลังงานไฟฟ้าจำนวนหนึ่ง เมื่อเคลื่อนผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าจะเสียพลังงานไฟฟ้าให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานจำนวนหนึ่ง เมื่อเคลื่อนที่วนกลับมาผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็จะได้รับพลังงานทดแทนส่วนที่เสียให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า กลับมามีพลังงานเท่าเดิมอีกครั้ง

2.2 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ กับการถ่ายโอนพลังงานจลน์ของน้ำ ให้กับกังหัน ตามรายละเอียดจากหนังสือเรียนหน้า 203 จากนั้นครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า

- หลังจากน้ำเคลื่อนผ่านและหมุนกังหันแล้ว น้ำจะสามารถไหลกลับมาหมุนกังหันได้อีกครั้ง จะต้องได้รับพลังงานกลจากปั๊ม โดยเมื่อน้ำ ผ่านเครื่องปั๊มจะให้น้ำมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ ประจุไฟฟ้าเมื่อผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า แล้วต้องได้รับพลังงานจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จึงจะสามารถเคลื่อนที่ครบวงจรกลับมาผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าซ้ำได้อีก

2.3 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคณะพิเศษ คณะความสามารถ

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร

2.5 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด

2.6 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) ในขณะที่ยังไม่ต่อสายไฟ X กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าแตกต่างจากเมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานอื่น ๆ อย่างไร (แนวการตอบ ในขณะที่ยังไม่ต่อสายไฟ X กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่ามากที่สุด แต่กระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์)

3) เมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (แนวการตอบ เมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง)

4) กราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า มีลักษณะอย่างไร และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร (แนวการตอบ กราฟมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ ซึ่งอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ลดลงเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น)

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง จนสรุปได้ ดังนี้

จากการทำการทดลอง พบว่า เมื่อแบตเตอรี่ไม่ต่ออยู่กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่จะมีค่ามากที่สุด ส่วนกระแสไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ และเมื่อต่อแบตเตอรี่กับตัวต้านทานที่มีความต้านทานเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่จะมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนกระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง โดยขณะต่อแบตเตอรี่กับตัวต้านทานที่มีค่าน้อย (กระแสไฟฟ้ามาก) ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่าน้อยกว่า เมื่อต่อกับตัวต้านทานค่ามาก (กระแสไฟฟ้าน้อย) เมื่อเขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่าง

ชั่วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า พบว่า กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ แสดงว่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่แปรผันเชิงเส้นกับกระแสไฟฟ้า

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

- 4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานในวงจรไฟฟ้าในหนังสือเรียนหน้า 207
- 4.2 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าในตัวกลางต่าง ๆ
- 4.3 ครูอธิบายตัวอย่าง 14.7 ในหนังสือเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร
- 5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.3 ข้อ 3.- 4.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 ใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร	1) นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ได้	1) ตรวจสอบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) แบบฝึกหัด 14.3 ข้อ 3.- 4.	1) นักเรียนสามารถบันทึกผลกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์ 2) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
2) คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้	2) แบบฝึกหัด 14.3 ข้อ 3.- 4.		
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
	3	บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	บันทึกผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

* **หมายเหตุ** คะแนนด้านกระบวนการ ให้หาค่าเฉลี่ยของคะแนน แล้วนำคะแนนลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 34 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
()

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ
()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วย/รองฯวิชาการ
()

ใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

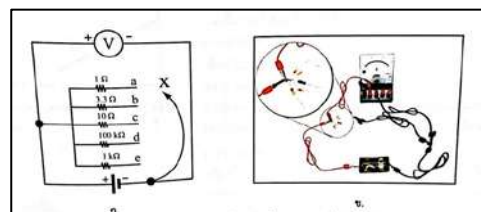
ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจร

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|--|---------------|
| 1) ตัวต้านทาน 1Ω, 3.3Ω, 10Ω, 100Ω และ 1 kΩ | อย่างละ 1 ตัว |
| 2) แบตเตอรี่ 1 ก้อนพร้อมกระบะ | 1 ชุด |
| 3) สายไฟพร้อมปากหนีบ | 4 เส้น |
| 4) โวลต์มิเตอร์ | 1 เครื่อง |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) นำปลายข้างหนึ่งของตัวต้านทานที่มีความต้านทาน 1 โอห์ม 3.3 โอห์ม 10 โอห์ม 100 โอห์ม และ 1 กิโลโอห์ม มาต่อกัน แล้วต่อปลายรวมเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ ส่วนปลายที่เหลือของตัวต้านทานปล่อยอิสระ และต่อสาย X เข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่อ อุปกรณ์ได้ดังรูป ข.
- 2) วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ซึ่งค่านี้ คือพลังงานที่ประจุไฟฟ้าหนึ่งหน่วยถ่ายโอนให้กับวงจรไฟฟ้า โดยต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่กับขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์ ต่อขั้วลบของแบตเตอรี่กับขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ ดังรูป อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่จากโวลต์มิเตอร์

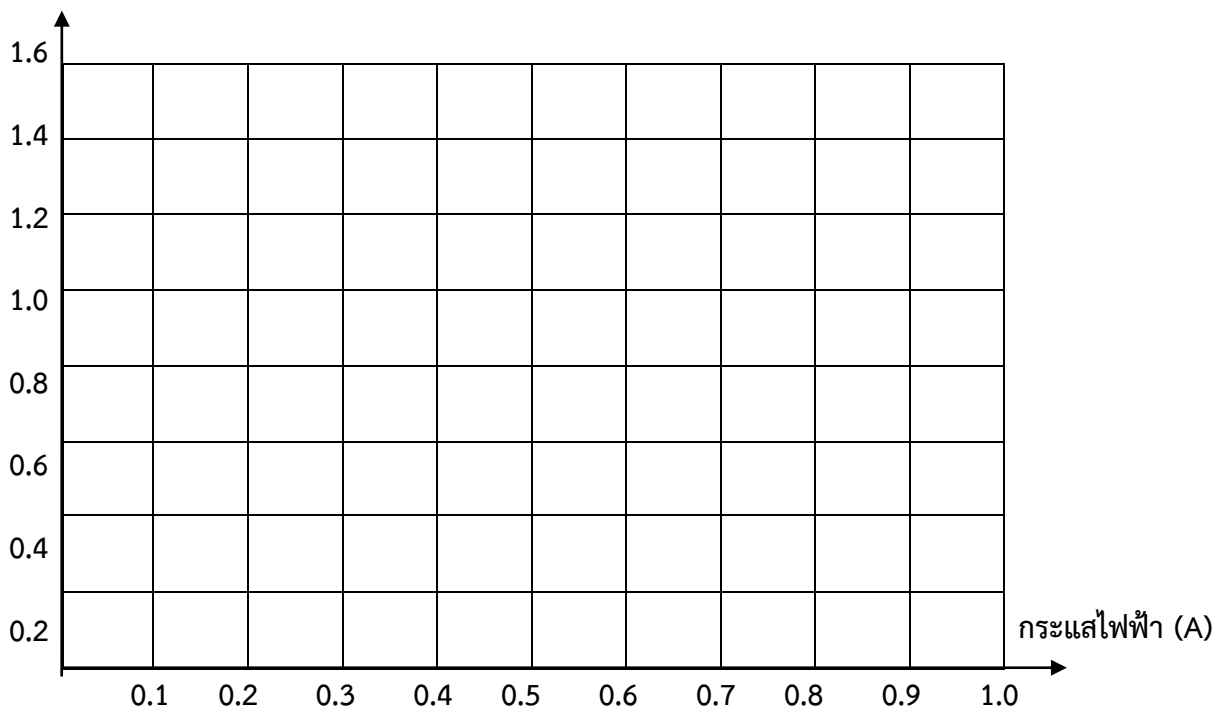


- 3) ใช้สายไฟ X ต่อกับตัวต้านทาน 1 โอห์ม ที่ตำแหน่ง a ดังรูป อ่านและบันทึกความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่จากโวลต์มิเตอร์
- 4) ทำซ้ำข้อ 3. แต่เปลี่ยนให้สายไฟต่อกับตัวต้านทาน 3.3 โอห์ม 10 โอห์ม 100 โอห์ม และ 1 กิโลโอห์ม ที่ละตัว ที่ตำแหน่ง b, c, d และ e ตามลำดับ
- 5) คำนวณกระแสไฟฟ้าสำหรับแต่ละค่าของความต่างศักย์ระหว่างขั้ว จากนั้น เขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วกับกระแสไฟฟ้า โดยให้ความต่างศักย์อยู่บนแกนตั้ง และกระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนนอน

5. ผลการทำการทดลอง

ความต้านทานที่ต่อกับแบตเตอรี่ (Ω)	ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ (V)	กระแสไฟฟ้า (A)
1.0		
3.3		
10		
100		
1k		

ความต่างศักย์ระหว่างขั้ว (V)



กราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ในขณะที่ยังไม่ต่อสายไฟ X กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าแตกต่างจากเมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานอื่น ๆ อย่างไร

ตอบ

2) เมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ

3) กราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า มีลักษณะอย่างไร และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

ตอบ

7. สรุปผลการทดลอง

เฉลยใบกิจกรรม 14.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้าในวงจร

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

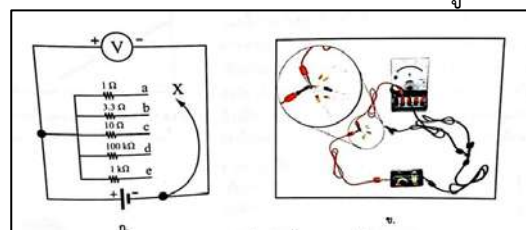
ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจร

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|---|---------------|
| 1) ตัวต้านทาน 1 Ω , 3.3 Ω , 10 Ω , 100 Ω และ 1 k Ω | อย่างละ 1 ตัว |
| 2) แบตเตอรี่ 1 ก้อนพร้อมกระบะ | 1 ชุด |
| 3) สายไฟพร้อมปากหนีบ | 4 เส้น |
| 4) โวลต์มิเตอร์ | 1 เครื่อง |

4. วิธีทำกิจกรรม

- 1) นำปลายข้างหนึ่งของตัวต้านทานที่มีความต้านทาน 1 โอห์ม 3.3 โอห์ม 10 โอห์ม 100 โอห์ม และ 1 กิโลโอห์ม มาต่อกัน แล้วต่อปลายรวมเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ ส่วนปลายที่เหลือของตัวต้านทานปล่อยอิสระ และต่อสาย X เข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่อ อุปกรณ์ได้ดังรูป ข.
- 2) วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ซึ่งค่านี้ คือพลังงานที่ประจุไฟฟ้าหนึ่งหน่วยถ่ายโอนให้กับวงจรไฟฟ้า โดยต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่กับขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์ ต่อขั้วลบของแบตเตอรี่กับขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ ดังรูป อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่จากโวลต์มิเตอร์



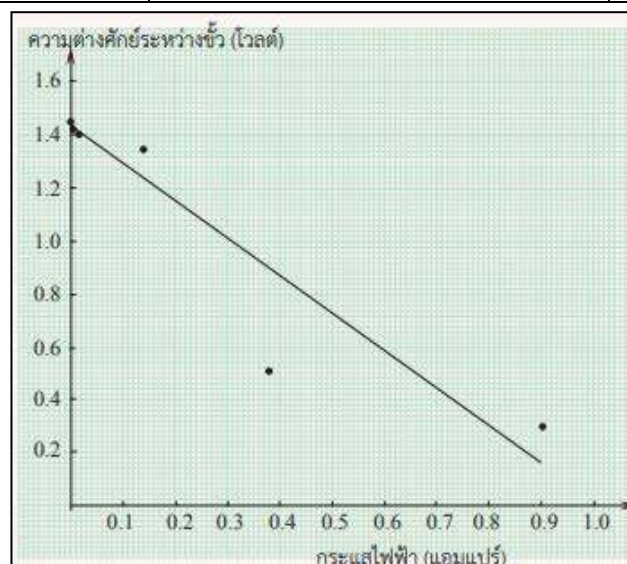
- 3) ใช้สายไฟ X ต่อกับตัวต้านทาน 1 โอห์ม ที่ตำแหน่ง a ดังรูป อ่านและบันทึกความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่จากโวลต์มิเตอร์

4) ทำซ้ำข้อ 3. แต่เปลี่ยนให้สายไฟต่อกับตัวต้านทาน 3.3 โอห์ม 10 โอห์ม 100 โอห์ม และ 1 กิโลโอห์ม ทีละตัว ที่ตำแหน่ง b, c, d และ e ตามลำดับ

5) คำนวณกระแสไฟฟ้าสำหรับแต่ละค่าของความต่างศักย์ระหว่างขั้ว จากนั้น เขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วกับกระแสไฟฟ้า โดยให้ความต่างศักย์อยู่บนแกนตั้ง และกระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนนอน

5. ผลการทำการทดลอง

ความต้านทานที่ต่อกับแบตเตอรี่ (Ω)	ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ (V)	กระแสไฟฟ้า (A)
1.0	0.30	0.90
3.3	0.57	0.38
10	1.35	0.14
100	1.40	0.014
1k	1.42	0.0014



กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์จากผลการทดลอง

6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ในขณะที่ยังไม่ต่อสายไฟ X กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าแตกต่างจากเมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานอื่น ๆ อย่างไร

ตอบ ในขณะที่ยังไม่ต่อสายไฟ X กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่ามากที่สุด แต่กระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์

2) เมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าในวงจรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ เมื่อต่อสายไฟ X กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง

3) กราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า มีลักษณะอย่างไร และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

ตอบ กราฟมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ ซึ่งอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองเป็น

ความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ลดลงเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

7. สรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลอง พบว่า เมื่อแบตเตอรี่ไม่ต่ออยู่กับตัวต้านทาน ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่จะมีค่ามากที่สุด ส่วนกระแสไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ และเมื่อต่อแบตเตอรี่กับตัวต้านทานที่มีความต้านทานเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่จะมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนกระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง โดยขณะต่อแบตเตอรี่กับตัวต้านทานที่มีค่าน้อย (กระแสไฟฟ้ามาก) ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่าน้อยกว่า เมื่อต่อกับตัวต้านทานค่ามาก (กระแสไฟฟ้าน้อย) เมื่อเขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า พบว่า กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ แสดงว่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่แปรผกผันเชิงเส้นกับกระแสไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 35

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 3 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

บูรณาการ

- ☐ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ☐ อาเซียน ☐ STEM ☐ PLC
☐ สวนพฤษภาคมโรงเรียน ☐ มาตรฐานสากล ☐ ชำมกลุ่มสาระ

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าของ เครื่องใช้ไฟฟ้าได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) สามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า **อีเอ็มเอฟ (emf หรือ electromotive force)** แทนด้วยสัญลักษณ์ $\mathcal{E}$ ซึ่งในบริบทอื่นอาจเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือ แรงดันไฟฟ้า

อีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ $\mathcal{E}$ มีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ ΔV กระแสไฟฟ้าในวงจร I และ ความต้านทานภายใน (internal resistance) ของแบตเตอรี่ r ตามสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$

พลังงานไฟฟ้า (electrical energy) เป็นพลังงานที่ประจุไฟฟ้าได้รับจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแล้ว นำไปถ่ายโอนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจร โดยพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าหนึ่งหน่วยถ่ายโอนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจรเรียกว่า ความต่างศักย์ (potential difference) แทนด้วยสัญลักษณ์ ΔV

พลังงานไฟฟ้า W ที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในเวลา Δt มีค่าเป็น $W = I \Delta t \Delta V$

กำลังไฟฟ้า (power) P เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าถ่ายโอนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจรในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีค่าเป็น $P = I \Delta V$

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสดง ในเรื่องเกี่ยวกับงานและพลังงาน กำลัง(power) หมายถึง งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ดังนั้นกำลังไฟฟ้า (electric power) หมายถึง งานที่ประจุไฟฟ้าทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ พลังงานไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าที่ถ่ายโอนไปยังส่วนต่างๆ ของวงจรในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเมื่อพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว สามารถกล่าวได้ว่า กำลังไฟฟ้าคือพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในหนึ่งหน่วย

จากนิยามของกำลังไฟฟ้า เราจะได้ว่า $P = \frac{W}{\Delta t}$

โดยที่ P เป็นกำลังไฟฟ้า W เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าไปในเวลา Δt ซึ่งพลังงานไฟฟ้า W มีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเครื่องใช้ไฟฟ้า ΔV ตามสมการ $W = Q \Delta V$ โดยที่ Q เป็นประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าในเวลา Δt จาก $Q = I \Delta t$ แทนค่าใน (t) จะได้

$$W = I \Delta t \Delta V$$

แทน W จาก $W = I \Delta t \Delta V$ ลงใน $P = \frac{W}{\Delta t}$ จะได้

$$P = \frac{I \Delta t \Delta V}{\Delta t} = I \Delta V$$

ดังนั้นเราสามารถหาลำดับไฟฟ้าได้จากผลคูณระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจรกับความต่างศักย์ ตามสมการหรือ $P = I \Delta V$

นอกจากนี้ แทนค่า I จากความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม $I = (\frac{1}{R}) \Delta V$ ลงในสมการ $P = I \Delta V$ จะได้ $P = \frac{(\Delta V)^2}{R}$

หรือแทนค่า $V = IR$ ลงในสมการ $P = I \Delta V$ จะได้ $P = I^2 R$

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

-

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่นักเรียนรู้จัก

1.2 ครูนำภาพข้อมูลของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กับกระแสตรง 2-3 ประเภท มาให้นักเรียนดู แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ

ครู : ตัวเลขและอักษร 60W 220V หรือ 750W 220V บนเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น หมายถึงอะไร

ครู : นักเรียนคิดว่าตัวเลขเหล่านั้นสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าพลังงานงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้หรือไม่

1.3 ครูและนักเรียนอภิปรายทบทวนเกี่ยวกับความรู้เรื่อง งาน พลังงาน และกำลังที่ได้เรียนรู้ในหัวข้องานและพลังงานที่ผ่านมา จากนั้นครูถามนักเรียนว่าพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าหมายถึงอะไร และสามารถหาค่าได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ในหนังสือเรียนหน้า 210 - 211

2.2 ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 14.8 และ 14.9 โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาตาราง 14.2 เพื่อหาคำตอบที่ได้ถามไว้ในช่วงเริ่มต้น เกี่ยวกับการเปลี่ยนสายไฟที่ต่อระหว่างแบตเตอรี่กับหลอดไฟเป็นตัวนำโลหะชนิดอื่น มีผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟ และสามารถอธิบายได้อย่างไร จากนั้น ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายว่า หน่วยวัดพลังงานไฟฟ้าที่บ้านของนักเรียนใช้ไปซึ่งปรากฏในใบแจ้งค่าไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็นอะไร เพราะเหตุใด แล้วครูนำอภิปรายจนสรุปได้ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 213

2.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.3 เรื่อง ข้อ 5

2.5 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 14.3 ข้อ 4. – 6.

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพตัวนำไฟฟ้า

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.3 เรื่อง ข้อ 5.

5.2 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 14.3 ข้อ 4. – 6.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 14.3 ข้อ ข้อ 4. – 6	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) สามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัด 14.3 ข้อ 5.	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า
 กระแสตรง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำแบบฝึกหัดได้แต่ไม่ถูกต้องครบถ้วน
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสดตรง

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 35 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
()

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ
()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วย/รองฯวิชาการ
()

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 36

เรื่อง การต่อแบตเตอรี่

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

บูรณาการ

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| ☐ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง | ☐ อาเซียน | ☐ STEM | ☐ PLC |
| ☐ สวนพฤษภาคมโรงเรียน | ☐ มาตรฐานสากล | ☐ ชำมกลุ่มสาระ | |

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

13. ทดลองและคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

1) อธิบายความหมายของอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) ทดลองเพื่ออธิบายอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้

2) คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีมารยาทเรียบร้อยและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

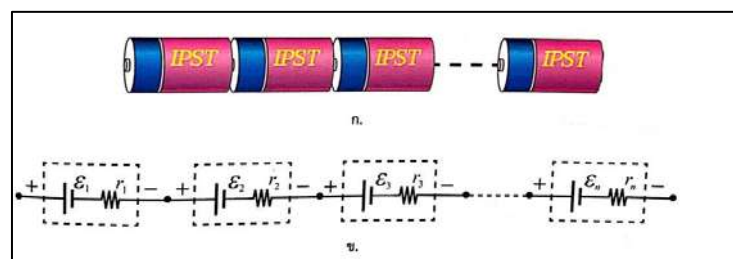
การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม n ก้อน จะได้อีเอ็มเอฟสมมูล (equivalent emf) แทนด้วยสัญลักษณ์ $\mathcal{E}$ และความต้านทานภายในสมมูล (equivalent internal resistance) แทนด้วยสัญลักษณ์ r มีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ ตามลำดับ

การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน n ก้อน จะได้อีเอ็มเอฟสมมูล $\mathcal{E}$ มีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูล r มีค่าลดลงตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ
กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน มีค่าเป็น $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$

5. การเรียนรู้

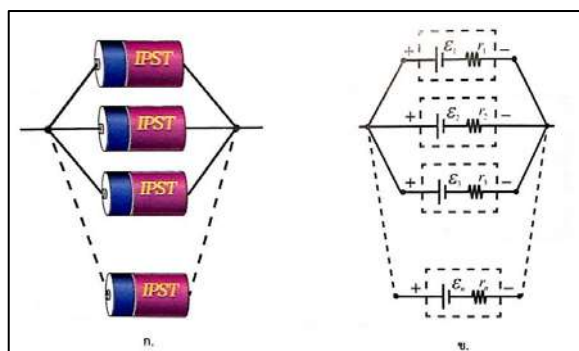
5.1 ความรู้

การนำแบตเตอรี่หลายก้อนมาต่อกันสามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ แบบอนุกรม และแบบขนาน เช่นเดียวกับการต่อตัวต้านทาน โดยการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมเป็นการนำแบตเตอรี่มาต่อเรียงซ้ำกัน ดัง รูป 14.27 ก. ซึ่งเขียนสัญลักษณ์ของการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมจำนวน n ก้อน ได้ดังรูป 14.27 ข.



รูป 14.27 ก. การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ข. สัญลักษณ์การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม

การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน เป็นการนำแบตเตอรี่มาต่อแบบซ้ำเดียวกันต่อรวมกัน ดังรูป 14.28 ก. ซึ่งเขียนสัญลักษณ์ของการต่อแบตเตอรี่แบบขนานจำนวน n ก้อน ได้ดังรูป 14.28 ข.



รูป 14.28 ก. การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ข. สัญลักษณ์การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการต่อตัวต้านทาน ทั้งแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม
- 1.2 ให้นักเรียนศึกษาลักษณะการต่อแบตเตอรี่ในรูป 14.27 และ 14.28 แล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะการต่อแบตเตอรี่ จนสรุปได้ว่าการต่อแบตเตอรี่มี 2 ลักษณะ คือ
 1. การต่อแบบอนุกรม เป็นการต่อแบบนำ ขั้วลบต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่เรียงกันไป
 2. การต่อแบบขนาน เป็นการนำ ขั้วบวกของแบตเตอรี่แต่ละก้อนมาต่อรวมกัน และนำขั้วลบของทุกแบตเตอรี่แต่ละก้อนมาต่อรวมกัน
- 1.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าแบตเตอรี่ที่ต่อกันแล้ว จะเสมือนเป็นแบตเตอรี่ก้อนใหม่เพียงก้อนเดียวที่มีอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลค่าหนึ่ง
- 1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม
 - 1) การต่อแบตเตอรี่แต่ละแบบ จะให้อีเอ็มเอฟสมมูลกับความต้านทานภายในสมมูลแตกต่างกันอย่างไร และแตกต่างจากการต่อตัวต้านทานหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ในหนังสือเรียน หน้า 215 – 216
- 2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน โดยคณะพิเศษ คณะความสามารถ
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่
- 2.4 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด
- 2.5 นักเรียนรับอุปกรณ์การทดลอง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์
- 2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

ตอนที่ 1

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบได้ผลเหมือนกัน)
- 2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลเพิ่มขึ้นและใกล้เคียง จนถึงได้ว่าเท่ากับผลบวกอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ที่นำมาต่อกัน)

3) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อิเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอิเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ ไม่แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อิเอ็มเอฟสมมูลเท่ากับอิเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน)

4) จากกิจกรรม 14.3 ตอนที่ 1 สามารถสรุปผลได้อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมทำให้อิเอ็มเอฟสมมูลเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเท่ากับผลบวกอิเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ที่นำมาต่อกัน ส่วนการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อิเอ็มเอฟสมมูลจะมีค่าเท่ากับอิเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน)

ตอนที่ 2

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I ต่างกันหรือไม่ และผลรวมของ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ce} หรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม $I_1 = I_2 = I$ และผลรวมของ ΔV_1 กับ ΔV_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ V_{ce})

3) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 เท่ากับ r หรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ r)

4) จากกิจกรรม 14.3 ตอนที่ 1 สามารถสรุปผลได้อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมกันเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่แต่ละก้อน และความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมกันมีค่าเท่ากับผลบวกความต้านทานภายในของแบตเตอรี่แต่ละก้อน)

ตอนที่ 3

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบ ได้ผลเหมือนกัน)

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 เท่ากับ I หรือไม่ และความต่างศักย์ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ef} ต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 กับ I_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ I และความต่างศักย์ $-\Delta V_1 = \Delta V_2 = V_{ef}$)

3) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 เท่ากับส่วนกลับของ r หรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ r)

4) จากกิจกรรม 14.3 ตอนที่ 1 สามารถสรุปผลได้อย่างไร (แนวการตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่แต่ละก้อน และ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ส่วนกลับความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับผลบวกของส่วนกลับของความต้านทานภายในของแบตเตอรี่แต่ละก้อน)

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำการทดลอง ทั้ง 3 ตอน จนสรุปดังนี้

การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่แต่ละก้อน และ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ส่วนกลับความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกัน เท่ากับผลบวกของส่วนกลับของความต้านทานภายในของแบตเตอรี่แต่ละก้อน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้งานในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานจนสรุปได้ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

4.2 ครูอธิบายตัวอย่างโจทย์ปัญหา ตัวอย่างที่ 14.10 – 14.11

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่

5.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.4 ข้อ 1. - 3.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 อินเทอร์เน็ต

8.3 ใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายความหมายของอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่	1) นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ทดลองเพื่ออธิบายอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2) คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ 2) แบบฝึกหัด 14.4 ข้อ 1. - 3.	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม 2) ใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ 3) แบบฝึกหัด 14.4 ข้อ 1. - 3.	1) นักเรียนสามารถบันทึกผลกิจกรรมได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์ 2) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจใบกิจกรรม 14.1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อแบตเตอรี่

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	3	บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	บันทึกผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	บันทึกผลการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

* หมายเหตุ คะแนนด้านกระบวนการ ให้หาค่าเฉลี่ยของคะแนน แล้วนำคะแนนลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อแบตเตอรี่

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 36 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
()

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ
()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วย/รองฯวิชาการ
()

ใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

- 1) หาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน
- 2) หาค่าความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม
- 3) หาค่าความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน

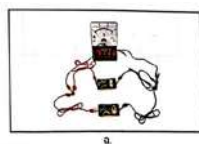
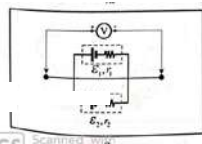
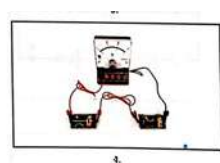
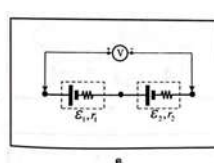
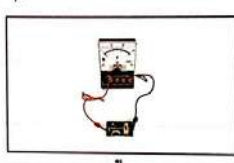
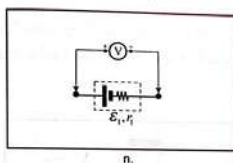
3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|---|---|---------|
| 1) แบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลต์ 1 ก้อนพร้อมกระเบ | 2 | ชุด |
| 2) ตัวต้านทาน 10 - 100Ω | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟพร้อมปากหนีบ | 8 | เส้น |
| 4) โวลต์มิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 5) แอมมิเตอร์ | 1 | เครื่อง |

4. วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 อีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

- 1) ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่อยู่ในกระเบแต่ละก้อนดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ข. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่าสองค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ($\mathcal{E}_1$ และ $\mathcal{E}_2$)
- 2) นำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ง. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบอนุกรม ($\mathcal{E}_S$)
- 3) เปลี่ยนการต่อแบตเตอรี่เป็นการต่อแบบขนาน ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป จ. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ฉ. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบขนาน ($\mathcal{E}_p$)



ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 1)

แบตเตอรี่	อีเอ็มเอฟ
ก้อนที่ 1	
ก้อนที่ 2	
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบ	อีเอ็มเอฟสมมูล
อนุกรม	
ขนาน	

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

3) กราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า มีลักษณะอย่างไร และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

ตอบ

7. สรุปผลการทดลอง (ตอนที่ 1)

.....

.....

.....

.....

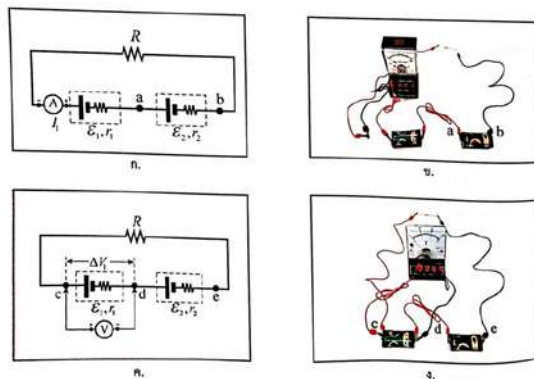
.....

.....

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม

- 1) นำแบตเตอรี่พร้อมกระบะ 2 ชุด มาต่อแบบอนุกรมแล้วต่อกับตัวต้านทานและแอมมิเตอร์ ดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ข. วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (I_1) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้
- 2) เปลี่ยนตำแหน่งแอมมิเตอร์ไปต่อเข้ากับวงจรที่จุด a เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (I_2) จากนั้นเปลี่ยนไปที่จุด b เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร (I) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้แต่ละครั้ง



- 3) นำแอมมิเตอร์ออก จากนั้นต่อโวลต์มิเตอร์เข้าในวงจร เพื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (ΔV_1) ดังรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ง. อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้
- 4) เปลี่ยนตำแหน่งการวัดของโวลต์มิเตอร์ไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด d กับ e ซึ่งเป็นความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (ΔV_2) จากนั้น เปลี่ยนไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด c กับ e (ΔV_{ce}) อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้ง
- 5) จากค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่วัดได้ รวมทั้งค่าอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบตเตอรี่ แบบอนุกรมในกิจกรรมตอนที่ 1 คำนวณความต้านทานภายในของแบตเตอรี่แต่ละก้อน (r_1 และ r_2) และความต้านทานภายในสมมูล (r) ของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม บันทึกผล

ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 2)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\mathcal{E} - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1			
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2			
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบอนุกรม			

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 2)

1) ในการต่อแบริเตอร์แบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I ต่างกันหรือไม่ และผลรวมของ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ce} หรือไม่ อย่างไร

ตอบ

.....

2) ในการต่อแบริเตอร์แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 เท่ากับ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ

สรุปผลการทดลอง (ตอนที่ 2)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

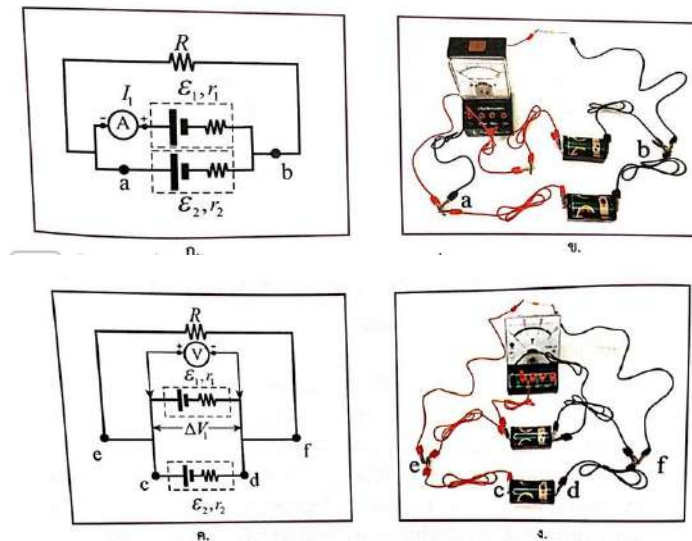
.....

.....

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 3 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน

- นำแบตเตอรี่ 2 ชุด มาต่อแบบขนานแล้วต่อกับตัวต้านทานและแอมมิเตอร์ ดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ข. วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (I_1) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้
- เปลี่ยนตำแหน่งแอมมิเตอร์ไปต่อเข้ากับวงจรที่จุด a เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (I_2) จากนั้นเปลี่ยนไปที่จุด b เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร (I) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้แต่ละครั้ง



- นำแอมมิเตอร์ออก จากนั้นต่อโวลต์มิเตอร์เข้าในวงจร เพื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (ΔV_1) ดังรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ง. อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้
- เปลี่ยนตำแหน่งการวัดของโวลต์มิเตอร์ไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด c กับ d ซึ่งเป็นความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (ΔV_2) จากนั้น เปลี่ยนไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด e กับ f (ΔV_{ef}) อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้ง
- จากค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่วัดได้ รวมทั้งค่าอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบตเตอรี่แบบขนานในกิจกรรมตอนที่ 1 คำนวณความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่แบบขนาน (r) บันทึกผล

ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 3)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\mathcal{E} - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1			
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2			
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบขนาน			

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 3)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1, I_2 เท่ากับ I หรือไม่ และความต่างศักย์ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ef} ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

2) ในการต่อแบบเตอรีแบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 เท่ากับส่วนกลับของ r หรือไม่
อย่างไร

ตอบ

สรุปผลการทดลอง (ตอนที่ 3)

[illegible]

เฉลยใบกิจกรรม 14.3 อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่

1. รายชื่อสมาชิกที่ ชั้น

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

- 1) หาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน
- 2) หาคความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม
- 3) หาคความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน

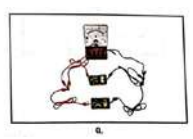
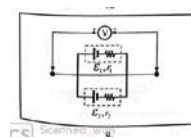
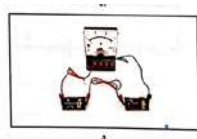
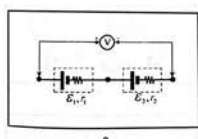
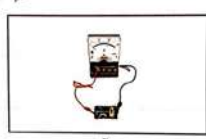
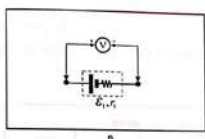
3. วัสดุ-อุปกรณ์

- | | | |
|---|---|---------|
| 1) แบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลต์ 1 ก้อนพร้อมกระเบ | 2 | ชุด |
| 2) ตัวต้านทาน 10 - 100Ω | 1 | ตัว |
| 3) สายไฟพร้อมปากหนีบ | 8 | เส้น |
| 4) โวลต์มิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 5) แอมมิเตอร์ | 1 | เครื่อง |

4. วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 อีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

- 1) ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่อยู่ในกระเบแต่ละก้อนดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ข. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่าสองค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ($\mathcal{E}_1$ และ $\mathcal{E}_2$)
- 2) นำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ง. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบอนุกรม ($\mathcal{E}_S$)
- 3) เปลี่ยนการต่อแบตเตอรี่เป็นการต่อแบบขนาน ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป จ. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ได้ดังรูป ฉ. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบขนาน ($\mathcal{E}_p$)



ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 1)

แบตเตอรี่	อีเอ็มเอฟ
ก้อนที่ 1	$\varepsilon_1 = 1.50 \text{ V}$
ก้อนที่ 2	$\varepsilon_2 = 1.51 \text{ V}$
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบ	อีเอ็มเอฟสมมูล
อนุกรม	$\varepsilon_s = 3.03 \text{ V}$
ขนาน	$\varepsilon_p = 1.50 \text{ V}$

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร

ตอบ แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลเพิ่มขึ้นและใกล้เคียง จนถึงได้ค่าเท่ากับผลบวกอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ที่นำมาต่อกัน

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ไม่แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลเท่ากับอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน

3) กราฟระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่กับกระแสไฟฟ้า มีลักษณะอย่างไร และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

ตอบ กราฟมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ ซึ่งอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ลดลงเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

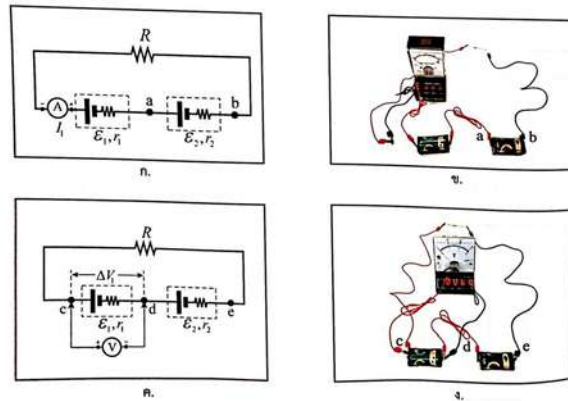
7. สรุปผลการทดลอง (ตอนที่ 1)

จากการทำการทดลอง พบว่า การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมทำให้อีเอ็มเอฟสมมูลเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเท่ากับผลบวกอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ที่นำมาต่อกัน ส่วนการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลจะมีค่าเท่ากับอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม

- 1) นำแบตเตอรี่พร้อมกระบะ 2 ชุด มาต่อแบบอนุกรมแล้วต่อกับตัวต้านทานและแอมมิเตอร์ ดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ข. วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (I_1) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้
- 2) เปลี่ยนตำแหน่งแอมมิเตอร์ไปต่อเข้ากับวงจรที่จุด a เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (I_2) จากนั้นเปลี่ยนไปที่จุด b เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร (I) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้แต่ละครั้ง



- 3) นำแอมมิเตอร์ออก จากนั้นต่อโวลต์มิเตอร์เข้าในวงจร เพื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (ΔV_1) ดังรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ง. อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้
- 4) เปลี่ยนตำแหน่งการวัดของโวลต์มิเตอร์ไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด d กับ e ซึ่งเป็นความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (ΔV_2) จากนั้น เปลี่ยนไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด c กับ e (ΔV_{ce}) อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้ง
- 5) จากค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่วัดได้ รวมทั้งค่าอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบตเตอรี่ แบบอนุกรมในกิจกรรมตอนที่ 1 คำนวณความต้านทานภายในของแบตเตอรี่แต่ละก้อน (r_1 และ r_2) และความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม บันทึกผล

ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 2)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\mathcal{E} - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1	$I_1 = 78.2$	$\Delta V_1 = 1.39$	$r_1 = 1.41$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2	$I_2 = 76.7$	$\Delta V_2 = 1.46$	$r_2 = 1.04$
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบอนุกรม	$I = 78.8$	$\Delta V_{ce} = 2.83$	$r = 2.54$

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 2)

1) ในการต่อแบริเตอรีแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1, I_2 และ I ต่างกันหรือไม่ และผลรวมของ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ce} หรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบริเตอรีแบบอนุกรม $I_1 = I_2 = I$ และผลรวมของ ΔV_1 กับ ΔV_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ V_{ce}

2) ในการต่อแบริเตอรีแบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 เท่ากับ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบริเตอรีแบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ r

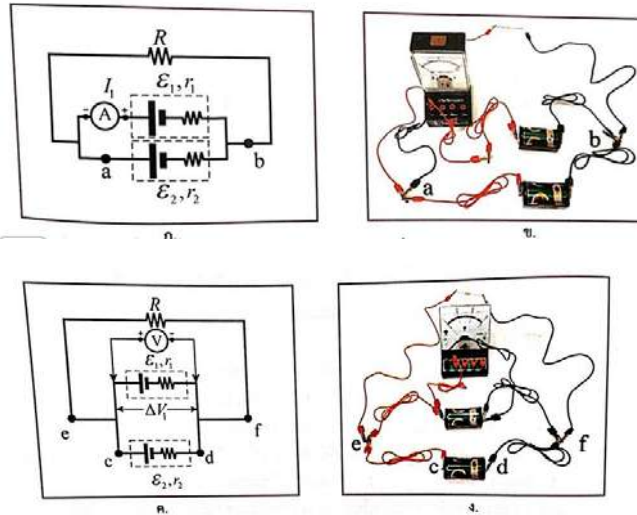
สรุปผลการทดลอง (ตอนที่ 2)

จากการทำการทดลอง พบว่า การต่อแบริเตอรีแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าจากแบริเตอรีที่ต่อแบบอนุกรมกัน เท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบริเตอรีแต่ละก้อน และความต้านทานภายในของแบริเตอรีที่ต่อแบบอนุกรมกันมีค่าเท่ากับ ผลบวกความต้านทานภายในของแบริเตอรีแต่ละก้อน

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 3 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน

- นำแบตเตอรี่ 2 ชุด มาต่อแบบขนานแล้วต่อกับตัวต้านทานและแอมมิเตอร์ ดังรูป ก. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ข. วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (I_1) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้
- เปลี่ยนตำแหน่งแอมมิเตอร์ไปต่อเข้ากับวงจรที่จุด a เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (I_2) จากนั้นเปลี่ยนไปที่จุด b เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร (I) อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้แต่ละครั้ง



- นำแอมมิเตอร์ออก จากนั้นต่อโวลต์มิเตอร์เข้าในวงจร เพื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 1 (ΔV_1) ดังรูป ค. ซึ่งแสดงการต่ออุปกรณ์ดังรูป ง. อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้
- เปลี่ยนตำแหน่งการวัดของโวลต์มิเตอร์ไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด c กับ d ซึ่งเป็นความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ก้อนที่ 2 (ΔV_2) จากนั้น เปลี่ยนไปวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด e กับ f (ΔV_{ef}) อ่านและบันทึกค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้ง
- จากค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่วัดได้ รวมทั้งค่าอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบตเตอรี่แบบขนานในกิจกรรมตอนที่ 1 คำนวณความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่แบบขนาน (r) บันทึกผล

ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 3)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\epsilon - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1	$I_1 = 21.13$	$\Delta V_1 = 1.47$	$r_1 = 1.42$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2	$I_2 = 21.58$	$\Delta V_2 = 1.51$	$r_2 = 1.39$
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบขนาน	$I = 41.85$	$\Delta V_{ef} = 1.47$	$r = 0.72$

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 3)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1, I_2 เท่ากับ I หรือไม่ และความต่างศักย์ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ef} ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 กับ I_2 ใกล้เคียงจนถือว่าเท่ากับ I และความต่างศักย์ $\Delta V_1 = \Delta V_2 = V_{ef}$

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 เท่ากับส่วนกลับของ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 ใกล้เคียงจนถือว่าเท่ากับ r

สรุปผลการทดลอง (ตอนที่ 3)

จากการทำการทดลอง พบว่า การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับ ผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแบตเตอรี่แต่ละก้อน และ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ส่วนกลับความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันเท่ากับ ผลบวกของส่วนกลับของความต้านทานภายในของแบตเตอรี่แต่ละก้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 37

เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

บูรณาการ

- ☐ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ☐ อาเซียน ☐ STEM ☐ PLC
☐ สวนพฤษศาสตร์โรงเรียน ☐ มาตรฐานสากล ☐ ชำมกลุ่มสาระ

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

13. ทดลองและคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

-

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

1) คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่ และตัวต้านทาน

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน มีค่าเป็น $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$

5. สาระการเรียนรู้

5.1 ความรู้

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเป็นวงจรที่ประกอบด้วยเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ให้ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผ่านมาเราสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อคำนวณปริมาณต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้สมการ)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (การใช้สืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

-

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูยกตัวอย่างวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เช่น รูป 14.23 และ รูป 14.24 ในหนังสือเรียนหน้า 207 หรือวงจรอื่นที่เหมาะสม

1.2 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับกฎของโอห์ม การต่อตัวต้านทานการต่อแบตเตอรี่พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า นำไปแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 14.12 – 14.15 ตามหนังสือเรียน โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

2.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด 14.4 เรื่อง ข้อ 4. – 5.

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพตัวนำไฟฟ้า

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งแบบฝึกหัด 14.4 เรื่อง ข้อ 4. – 5.

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

-

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- 8.2 อินเทอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
-	-	-	-
ด้านกระบวนการ (P)			
1) คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่ และตัวต้านทาน	1) ตรวจสอบสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินกิจกรรม 2) แบบฝึกหัด 14.4 เรื่อง ข้อ 4. – 5.	1) นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งสมุดของนักเรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 2 ข้อ
	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วน 1 ข้อ
	1	ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้		รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ
		ด้านกระบวนการ (P)	ด้านคุณลักษณะ (A)		
		3	3	6	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้		รวม คะแนน	ระดับคุณภาพ
		ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	6	
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

ระดับคุณภาพ

คะแนน	6	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	5	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	1-2	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 37 เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
()

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ
()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วย/รองฯวิชาการ
()

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 38

เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

รายวิชา ฟิสิกส์ 3

รหัสวิชา ว30203

เวลา 5 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

รวม 24 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

บูรณาการ

- ☐ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ☐ อาเซียน ☐ STEM ☒ PLC
☐ สวนพฤษศาสตร์โรงเรียน ☐ มาตรฐานสากล ☐ ชำมกลุ่มสาระ

1. สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้
- 2) อธิบายประสิทธิภาพของพลังงานทดแทนได้

3.2 ด้านกระบวนการ (P)

- 1) ประเมินความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายของพลังงานทดแทนได้
- 2) สืบค้นและยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลัก เรียกว่า พลังงานทดแทน (alternative energy) เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานลม

เซลล์สุริยะ (solar cell) คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า เซลล์สุริยะที่ใช้ทั่วไปทำจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ที่แตกต่างกันสองชนิด เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์สุริยะที่ต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้า จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจร ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้

พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear energy) เป็นพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของอะตอมเมื่อนิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า **ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction)** ซึ่งการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์อย่างต่อเนื่อง เรียกว่า **ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction)**

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ (nuclear power plant) เปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัย**เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)** ที่ทำหน้าที่สร้างและควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่ เพื่อให้มีการปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับนำไปถ่ายโอนให้กับน้ำ เพื่อทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่สามารถนำไปหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แบตเตอรี่ วัสดุทนความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เซลล์เชื้อเพลิง เป็นตัวอย่างของเทคโนโลยีด้านพลังงานที่นำมาใช้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน การพิจารณาเลือกเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาพลังงาน ไม่เพียงควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้งานเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงมูลค่าด้านค่าใช้จ่าย ขนาดที่เหมาะสม และความจำเป็นต่อการใช้งานจริง ๆ

5. การเรียนรู้

5.1 ความรู้

พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลักของประเทศ เรียกว่า **พลังงานทดแทน (alternative energy)** ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพด้านการนำพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลมาเป็นพลังงานทดแทน นอกจากนี้ ในบางพื้นที่ของประเทศยังมีความเหมาะสมในการนำพลังงานลม พลังงานน้ำและ พลังงานความร้อนใต้พิภพ มาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

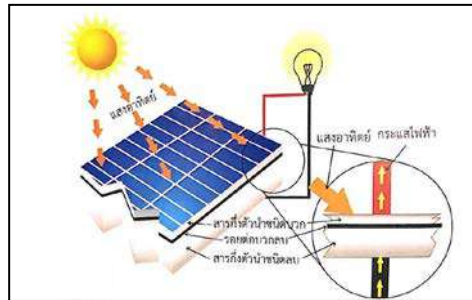
พลังงานแสงอาทิตย์ (solar energy) มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้านั้น มีหลากหลายวิธี โดยวิธีที่นิยมที่สุดคือ การใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์สุริยะ หรือ **เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell)** หรือในทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อเรียกว่า **เซลล์โฟโตโวลตาอิก (photovoltaic cell หรือ PV cell)** เซลล์สุริยะมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการใช้งานแตกต่างกัน โดยเซลล์สุริยะที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดคือ **เซลล์สุริยะชนิดผลึกซิลิคอน (crystalline silicon solar cell)** ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งและบาง สีน้ำเงินเข้ม ดังรูป 14.31 เซลล์สุริยะชนิดนี้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ราคาต่ำกว่าชนิดอื่นและมีประสิทธิภาพประมาณ 13% - 20% ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเซลล์สุริยะชนิดอื่น ๆ



รูป 14.31 แผงเซลล์สุริยะ

เซลล์สุริยะที่ใช้ทั่วไปทำจาก**สารกึ่งตัวนำ (semiconductor)** ที่แตกต่างกันสองชนิด เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์สุริยะ พลังงานจากแสงอาทิตย์จะถ่ายโอนพลังงานให้กับอิเล็กตรอนบางตัวในเซลล์สุริยะ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานมากพอและประพุดิตนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ และถ้ามีการต่อ

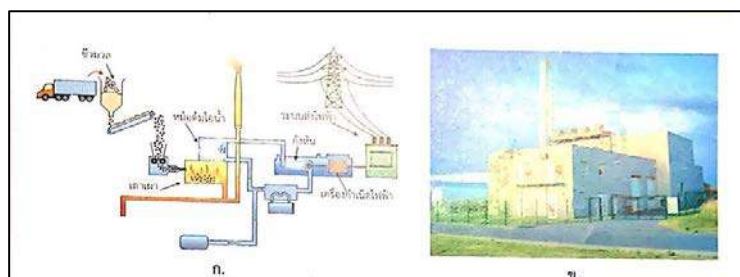
เซลล์สุริยะกับวงจรไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กทรอนิกส์อิสระดังกล่าวเคลื่อนที่ไปตามสายไฟ ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้า และการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจร ช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้ ดังรูป 14.32



รูป 14.32 แผนภาพแสดงการทำงานของเซลล์สุริยะ

พลังงานชีวมวล (biomass energy) เป็นพลังงานที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต แนวทางในการนำพลังงานชีวมวลมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า มี 2 แนวทางหลักได้แก่

1) การนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง โดยอาจนำชีวมวลไปผ่านกระบวนการบางอย่าง เช่น การกำจัดความชื้น การอัดแท่ง โดยการเผาไหม้ชีวมวลโดยตรงจะทำให้ได้พลังงานความร้อน สำหรับมาใช้น้ำทำให้น้ำเดือดเพื่อนำไอน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานไฟฟ้าในรูป 14.33 ก. และตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลในรูป 14.33 ข.



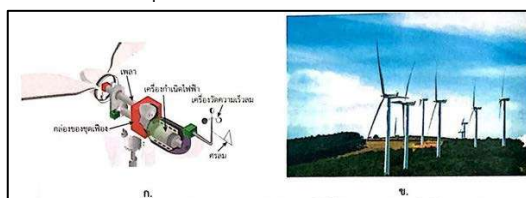
รูป 14.33 ก.ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงชีวมวล ข.โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล

2) การนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพ เช่น การหมักมูลสัตว์ ขยะ หรือน้ำเสียจากฟาร์ม จนได้แก๊สนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังขั้นตอนในรูป 14.34 ก. และตัวอย่างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ดังรูป 14.34 ข.



รูป 14.34 ก.ขั้นตอนนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพสำหรับนำไปผลิตไฟฟ้า
ข.บ่อหมักแก๊สชีวภาพ

พลังงานลม (wind energy) เป็นพลังงานที่มาจากการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างทางสภาพอากาศที่บริเวณต่าง ๆ อากาศที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ และเมื่อไปปะทะกับวัตถุใด ๆ จะมีการถ่ายโอนพลังงานให้กับวัตถุนั้น การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมเป็นการนำกังหันที่มีแกนเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปติดตั้งในบริเวณที่มีลมแรงเพียงพอและสม่ำเสมอ เมื่อลมเคลื่อนที่มาปะทะกังหัน จะทำให้กังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้าในที่สุด



รูป 14.35 ก. ส่วนประกอบหลักของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ข. กังหันลมผลิตไฟฟ้า

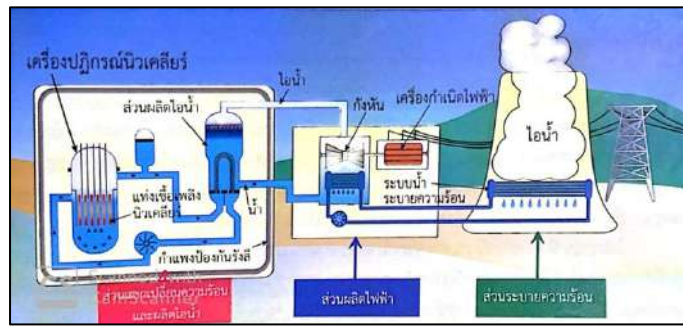
พลังงานน้ำ (hydropower) เป็นพลังงานที่เริ่มจากพลังงานศักย์ของมวลน้ำที่สะสมอยู่ในระดับสูงกว่าพื้นที่ด้านล่าง และเมื่อปล่อยให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์ที่มาจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำสามารถนำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้มีการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้า



รูป 14.36 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

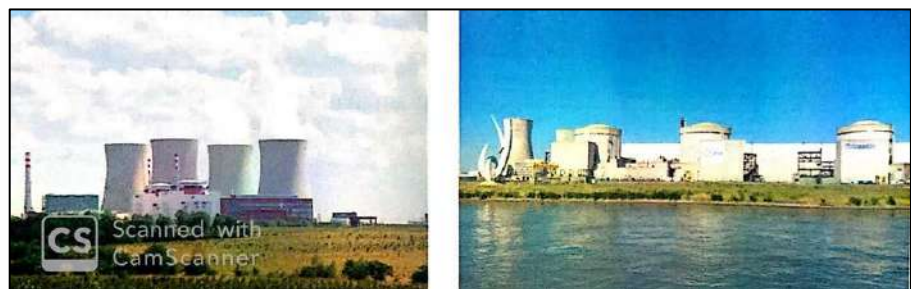
พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear power) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในนิวเคลียสของอะตอม การทำให้อะตอมปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ออกมาภายนอก ต้องทำให้นิวเคลียสของอะตอมเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ เรียกว่า **ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction)** จากนั้นพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้สามารถนำไปเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยอุปกรณ์สำคัญ เรียกว่า **เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)** ซึ่งทำหน้าที่สร้างและควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือ **ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction)** ให้เกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม เพื่อให้มีการปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ออกมาในปริมาณที่พอเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในขั้นตอนผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ส่วนแลกเปลี่ยนความร้อนและผลิตไอน้ำ
2. ส่วนผลิตไฟฟ้า
3. ส่วนระบายความร้อน



รูป 14.37 แผนภาพแสดงส่วนประกอบหลักของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ในส่วนที่ 1 พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์จะถูกถ่ายโอนในรูปของพลังงานความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงมาก จากนั้น ไอน้ำจะถูกส่งต่อไปยังส่วนที่ 2 ส่วนผลิตไฟฟ้า ซึ่งในส่วนนี้ ไอน้ำ จะถูกควบคุมให้เคลื่อนที่ไปปะทะกับกังหันขนาดใหญ่ที่มีเพลลาเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แรงดันจากไอน้ำส่งผลให้กังหันหมุนและทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า สำหรับส่งไประบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า ส่วนไอน้ำที่ใช้ในการหมุนกังหัน จะถูกส่งไปยังส่วนที่ 3 เพื่อระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยอาจเป็นลักษณะการระบายผ่านหอคอยระบายความร้อน หรือระบายสู่แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกับโรงไฟฟ้า ดังแสดงในรูป 14.38 ก. และ 14.38 ข. ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนมีระบบที่แยกออกจากระบบของน้ำที่ใช้รับการถ่ายโอนความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์ ไอน้ำและน้ำที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมจึงไม่มีสารกัมมันตรังสีปนเปื้อน



รูป 14.38 ก. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ระบายความร้อนโดยใช้หอระบายความร้อน

ข. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ระบายความร้อนโดยการปล่อยน้ำออกสู่แหล่งใกล้เคียง

เทคโนโลยีด้านพลังงาน

นอกจากการนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานต่างๆ ธรรมชาติให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ยังได้นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน วัสดุ อุปกรณ์ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ช่วยให้มีการประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน หรือ สามารถนำพลังงานที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ อีกด้วย ซึ่งมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหา และตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

แบตเตอรี่ ปัจจุบันนี้แบตเตอรี่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรามากขึ้น เช่น แบตเตอรี่สำรอง หรือ power bank ที่หลายคนใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ไฮบริด (hybrid car) หรือรถยนต์ไฟฟ้า (electric car) ที่ใช้แบตเตอรี่ในการช่วยขับเคลื่อน แบตเตอรี่ที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิด ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ได้แก่ ชนิดที่ไม่สามารถประจุหรือชาร์จได้ เรียกว่า แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ (primary battery) และชนิดที่สามารถประจุหรือชาร์จ

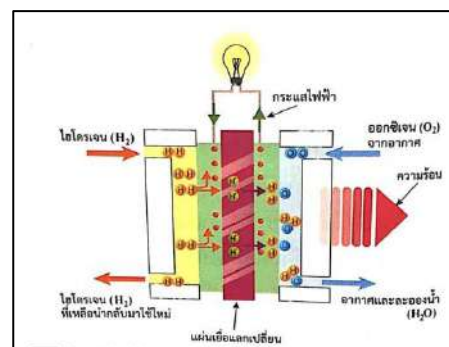
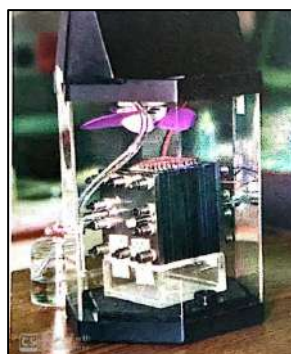
เพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เรียกว่า แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ (secondary battery) ถึงแม้แบตเตอรี่แต่ละรูปแบบได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานที่แตกต่างกัน แต่หลักการพื้นฐานของแบตเตอรี่ทุกรูปแบบเหมือนกัน คือ **เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า**

เทคโนโลยีด้านพลังงานในอาคารและที่พักอาศัย การนำเทคโนโลยีด้านพลังงานชนิดต่างๆ มาใช้ในอาคารและที่พักอาศัย สามารถช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย ตัวอย่าง เช่น การใช้เทคโนโลยีวัสดุในการลดการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอก เช่น การใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนหรือวัสดุที่ไม่เก็บสะสมความร้อนสร้างผนังหรือปูที่ฝ้าเพดาน หรือ การใช้กระจกเขียวตัดแสงสำหรับช่วยลดซับความร้อน ดังรูป 14.39 ก. และ ข. หรือ การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานน้อยกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบธรรมดา และทำงานได้ดีไม่แตกต่างกัน เช่น หลอดแอลอีดี เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ตู้เย็นแบบอินเวอร์เตอร์ โดยเครื่องไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในระดับดีมากจะมีเลข 5 ระบุบนฉลากของกระทรวงพลังงานที่ติดไว้บนเครื่อง ดังรูป 14.39 ค.



รูป 14.39 ก. การใช้ผนังสองชั้นเป็นฉนวนความร้อน
ข. การใช้กระจกเขียวตัดแสง
ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน

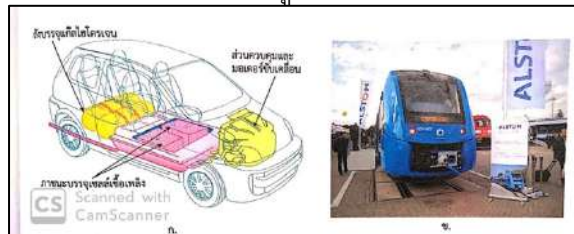
เซลล์เชื้อเพลิง(fuel cell) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าคล้ายแบตเตอรี่ แต่มีวิธีการและสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกัน การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงต้องมีการจ่ายไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (ที่ได้จากอากาศ) ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากแบตเตอรี่ที่มีสารเคมีพร้อมทำปฏิกิริยาอยู่ภายในแล้ว



ก. ข.

รูป 14.40 ก. เซลล์เชื้อเพลิงสาธิต ข. การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

การทำปฏิกิริยาเคมีในเซลล์เชื้อเพลิงนอกจากจะให้พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ แล้ว ยังการปล่อยความร้อนและน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่เป็นมลพิษ โดยเซลล์เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานไฟฟ้ามากพอสำหรับขับเคลื่อนรถยนต์ทั่วไปมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักเบา และไม่ทำให้เกิดเสียงดัง อีกทั้งมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึง 75% หรือ ประมาณสองเท่าของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป จึงได้มีการพยายามนำเซลล์เชื้อเพลิงมาเป็น แหล่งพลังงานสำหรับขับเคลื่อนยานพาหนะดังรูป 14.41



รูป 14.41 ก. ส่วนประกอบหลักของรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง
ข. ต้นแบบรถไฟในประเทศเยอรมนีที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง

5.2 กระบวนการ

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (อ่าน ฟัง พูด เขียน)
- 2) ความสามารถในการคิด (สังเกต วิเคราะห์ จัดกลุ่ม สรุป)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (ศึกษาหรือรับรู้ข้อมูลมองเห็นและเข้าใจปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ความรับผิดชอบ)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ใช้การสืบค้นผ่านคอมพิวเตอร์)

5.3 คุณลักษณะและค่านิยม

เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. บูรณาการ

6.1 บูรณาการ PLC นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้เล่าสู่กันฟังถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และ ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าให้นักเรียน ศึกษา แล้วให้ระบุแหล่งของพลังงานในการผลิตไฟฟ้าที่ใช้กับกิจกรรม



https://www.youtube.com/watch?v=z99uNR_bhSU

1.2 ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลและรูป 14.30 ในหนังสือ หน้า 234 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) แหล่งพลังงานหลักของประเทศไทยที่ใช้ผลิตไฟฟ้าคือแหล่งพลังงานชนิดใด และในอนาคตจะมีแหล่งพลังงานนั้นใช้เพียงพอหรือไม่ (โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

2) ถ้าไม่เพียงพอ นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร (โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 จัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละประมาณ 9 คน โดยให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถที่คล่องกันกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มประจำ

2.2 ครูจัดแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มของนักเรียนอาจจัดทำเป็นบทเรียนหน้าเดียวก็ได้

2.3 ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มจับฉลากหมายเลขของเนื้อหา คนละ 1 ฉลาก เพื่อรับผิดชอบในการศึกษาหัวข้อย่อยของเนื้อหา คนละ 1 หัวข้อ

2.4 ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมายเลขที่ตัวเองได้ ซึ่งครูติดเนื้อหาบนโต๊ะ

2.5 นักเรียนแต่ละคนที่ศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหา (ใช้เวลา 10 นาที) ให้กลับไปยังกลุ่มตนเอง แล้วอธิบายความรู้ที่ได้จากการศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ในการศึกษาลงในกระดาษปฐพี (น้ำตาล)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการสืบค้นของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปการศึกษาค้นคว้าจนได้ข้อสรุป เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายและเน้นย้ำสมการเกี่ยวข้องทั้งหมดในเรื่องไฟฟ้ากระแส

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนส่งกระดาษปฐพี (น้ำตาล) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

5.2 นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 14.5 ในหนังสือเรียน หน้า 246

ประยุกต์และตอบแทนสังคม

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

8.2 ห้องสมุด

8.3 อินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ https://www.youtube.com/watch?v=z99uNR_bhSU

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1) อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 2) อธิบายประสิทธิภาพของพลังงานทดแทนได้	1) ตรวจสอบผู้เรียน	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
1) ประเมินความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายของพลังงานทดแทนได้ 2) สืบค้นและยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้	1) ตรวจสอบกระดานสรุป (น้ำตา) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบและเป็นผู้มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1) ตรวจสอบการส่งกระดานสรุป (น้ำตา) ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	1) แบบประเมินการทำกิจกรรม	1) นักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ระดับดี ผ่านเกณฑ์

10. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ
	2	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 4-8 ข้อ
	1	ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน 1-3 ข้อ
ด้านกระบวนการ (P)	3	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน
	1	สรุปเนื้อหาที่ศึกษาและทำความเข้าใจได้ แต่ไม่ครบถ้วน
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน	3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับพอใช้

การประเมินการทำกิจกรรม เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ด้านความรู้ (K)	ด้าน กระบวนการ (P)	ด้าน คุณลักษณะ (A)		
		3	3	3	9	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ระดับคุณภาพ

คะแนน	9	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน	7-8	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน	5-6	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนน	3-4	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนการสอนที่ 38 เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
()

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ
()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วย/รองฯวิชาการ
()

ฉลากหมายเลข

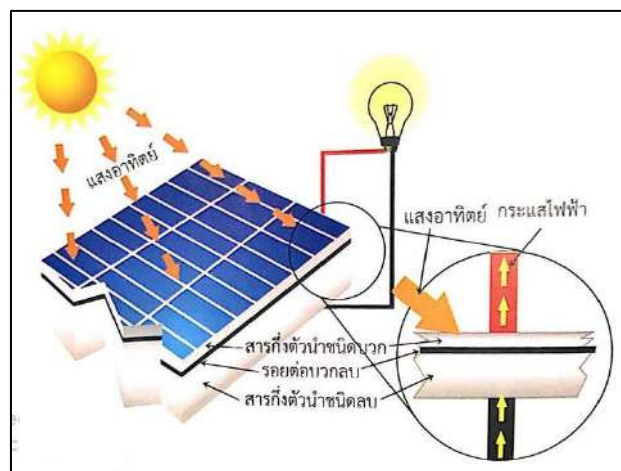
1	2	3	4	5
6	7	8	9	

พลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า นั้น มีหลากหลายวิธี โดยวิธีที่นิยมที่สุดคือ การใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) หรือในทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อเรียกว่า เซลล์โฟโตโวลตาอิก (photovoltaic cell หรือ PV cell) เซลล์สุริยะมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการใช้งานแตกต่างกัน โดยเซลล์สุริยะที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เซลล์สุริยะชนิดผลึกซิลิคอน (crystalline silicon solar cell) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งและบาง สีส้มเงินเข้ม (ดังรูป)เซลล์สุริยะชนิดนี้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ราคาต่ำกว่าชนิดอื่นและมีประสิทธิภาพประมาณ 13% - 20% ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเซลล์สุริยะชนิดอื่น ๆ



รูปแผงเซลล์สุริยะ

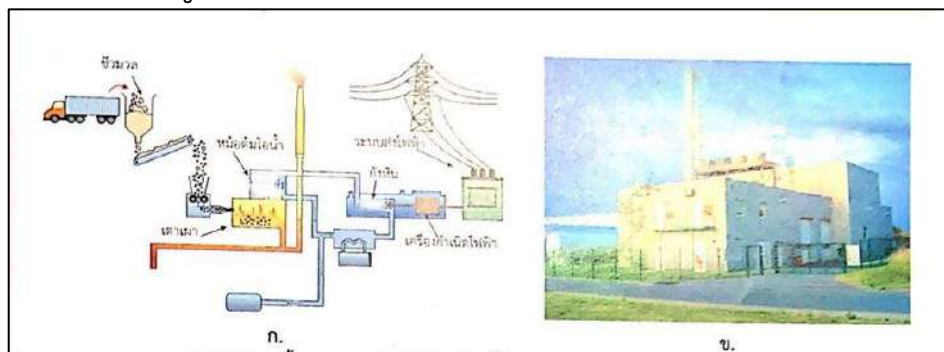
เซลล์สุริยะที่ใช้ทั่วไปทำจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ที่แตกต่างกันสองชนิด เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์สุริยะ พลังงานจากแสงอาทิตย์จะถ่ายโอนพลังงานให้กับอิเล็กตรอนบางตัวในเซลล์สุริยะ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานมากพอและประพุดิตนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ และถ้ามีการต่อเซลล์สุริยะกับวงจรไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระดังกล่าวเคลื่อนที่ไปตามสายไฟ ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าและการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจร ช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้ (ดังรูป)



รูปแผนภาพแสดงการทำงานของเซลล์สุริยะ

เป็นพลังงานที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต แนวทางในการนำพลังงานชีวมวลมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า มี 2 แนวทางหลักได้แก่

1) การนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง โดยอาจนำชีวมวลไปผ่านกระบวนการบางอย่าง เช่น การกำจัดความชื้น การอัดแท่ง โดยการเผาไหม้ชีวมวลโดยตรงจะทำให้ได้พลังงานความร้อน สำหรับมาใช้ทำให้น้ำเดือดเพื่อนำไอน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานไฟฟ้าในรูป ก. และตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลในรูป ข.



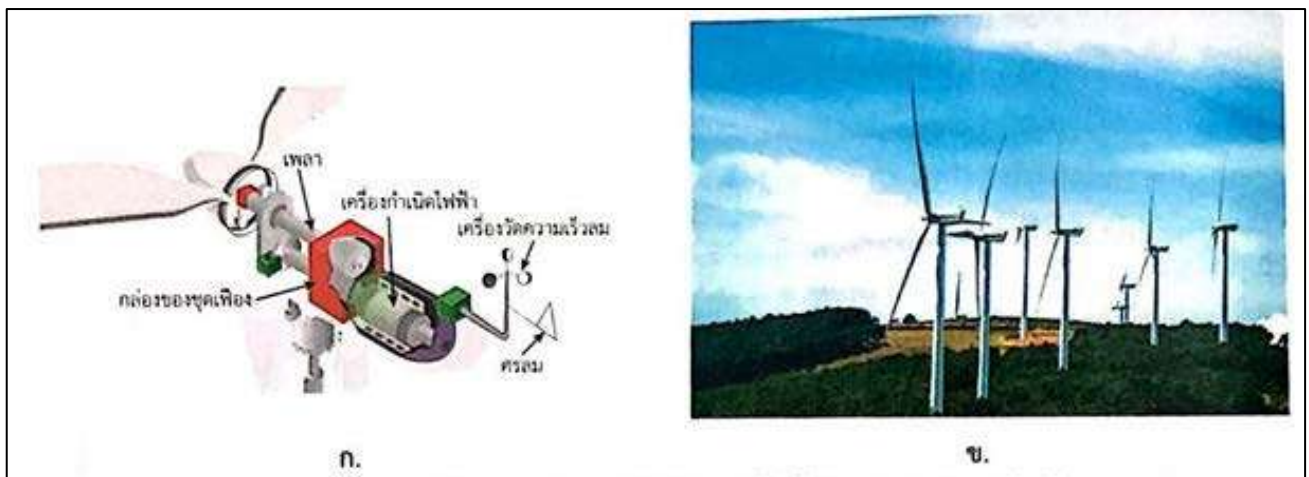
รูป ก. ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงชีวมวล ข. โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล

2) การนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพ เช่น การหมักมูลสัตว์ ขยะ หรือน้ำเสียจากฟาร์ม จนได้แก๊สนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังขั้นตอนในรูป ก. และตัวอย่างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ดังรูป ข.



รูป ก. ขั้นตอนนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพสำหรับนำไปผลิตไฟฟ้า
ข. บ่อหมักแก๊สชีวภาพ

เป็นพลังงานที่มาจากการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างทางสภาพอากาศที่บริเวณต่าง ๆ อากาศที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ และเมื่อไปปะทะกับวัตถุใด ๆ จะมีการถ่ายโอนพลังงานให้กับวัตถุนั้น การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมเป็นการนำกังหันที่มีแกนเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปติดตั้งในบริเวณที่มีลมแรงเพียงพอและสม่ำเสมอ เมื่อลมเคลื่อนที่มาปะทะกังหัน จะทำให้กังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้าในที่สุด



รูป ก. ส่วนประกอบหลักของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ข. กังหันลมผลิตไฟฟ้า

พลังงานน้ำ (hydropower)

หมายเลข

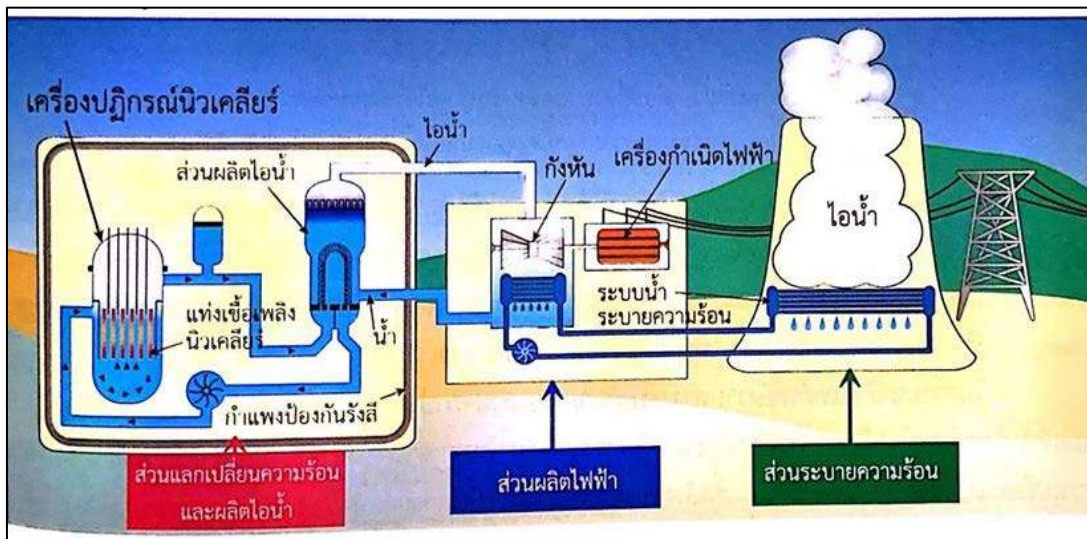
5

เป็นพลังงานที่เริ่มจากพลังงานศักย์ของมวลน้ำที่สะสมอยู่ในระดับสูงกว่าพื้นที่ด้านล่าง และเมื่อปล่อยให้ น้ำ ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์ที่มาจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำสามารถนำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้มีการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้า



รูปโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในนิวเคลียสของอะตอม การทำให้อะตอมปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ออกมาภายนอก ต้องทำให้นิวเคลียสของอะตอมเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ เรียกว่า **ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction)** จากนั้นพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้สามารถนำไปเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยอุปกรณ์สำคัญ เรียกว่า **เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)** ซึ่งทำหน้าที่สร้างและควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือ **ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction)** ให้เกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม เพื่อให้มีการปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ออกมาในปริมาณที่พอเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในขั้นตอนผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1. ส่วนแลกเปลี่ยนความร้อนและผลิตไอน้ำ 2. ส่วนผลิตไฟฟ้า และ 3. ส่วนระบายความร้อน



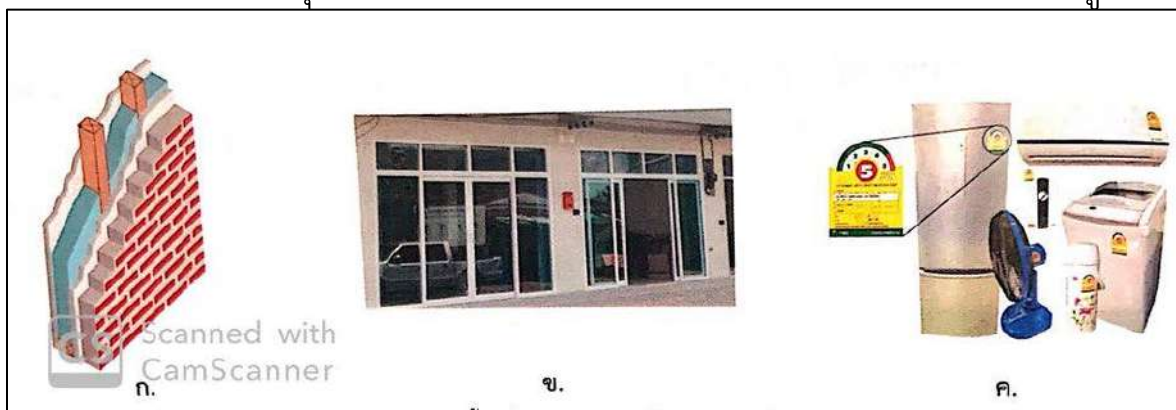
รูปแผนภาพแสดงส่วนประกอบหลักของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ปัจจุบันนี้แบตเตอรี่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรามากขึ้น เช่น แบตเตอรี่สำรอง หรือ power bank ที่หลายคนใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ไฮบริด (hybrid car) หรือรถยนต์ไฟฟ้า (electric car) ที่ใช้แบตเตอรี่ในการช่วยขับเคลื่อน แบตเตอรี่ที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิด ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ได้แก่ ชนิดที่ไม่สามารถประจุหรือชาร์จได้ เรียกว่า **แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ (primary battery)** และชนิดที่สามารถประจุหรือชาร์จเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เรียกว่า **แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ (secondary battery)** ถึงแม้แบตเตอรี่แต่ละรูปแบบได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานที่แตกต่างกัน แต่หลักการพื้นฐานของแบตเตอรี่ทุกรูปแบบเหมือนกัน คือ **เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า**

เทคโนโลยีด้านพลังงานในอาคารและที่พักอาศัย

การนำเทคโนโลยีด้านพลังงานชนิดต่างๆ มาใช้ในอาคารและที่พักอาศัย สามารถช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย ยกตัวอย่าง เช่น การใช้เทคโนโลยีวัสดุในการลดการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอก เช่น การใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนหรือวัสดุที่ไม่เก็บสะสมความร้อนสร้างผนังหรือปูที่ฝ้าเพดาน หรือ การใช้กระจกเขียวตัดแสงสำหรับช่วยลดอุณหภูมิความร้อน ดังรูป ก. และ ข. หรือ การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงานซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานน้อยกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบธรรมดา และทำงานได้ดีไม่แตกต่างกัน เช่น หลอดแอลอีดี เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

ตู้เย็นแบบอินเวอร์เตอร์ โดยเครื่องไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในระดับดีมากจะมีเลข 5 ระบุบนฉลากของกระทรวงพลังงานที่ติดไว้บนเครื่อง ดังรูป ค.

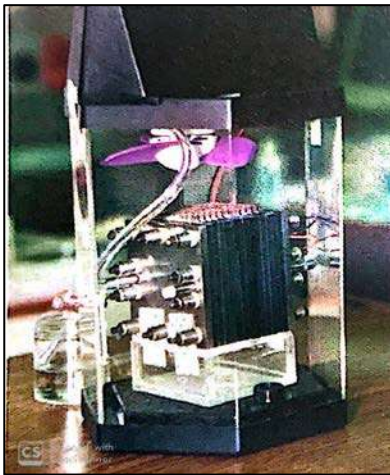


รูป ก. การใช้ผนังสองชั้นเป็นฉนวนความร้อน

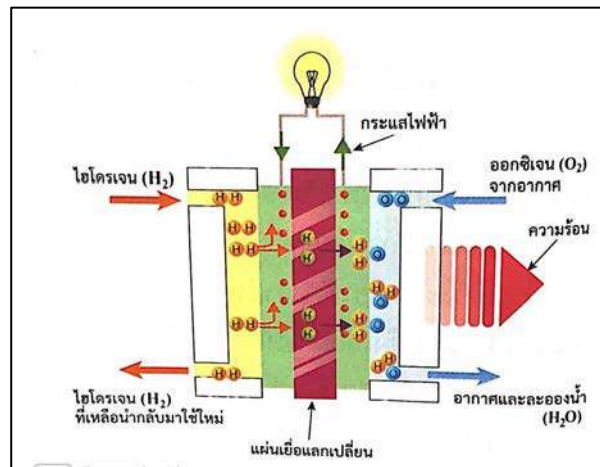
ข. การใช้กระจกเขียวตัดแสง

ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าคล้ายแบตเตอรี่ แต่มีวิธีการและสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกัน การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงต้องมีการจ่ายไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (ที่ได้จากอากาศ) ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากแบตเตอรี่ที่มีสารเคมีพร้อมทำปฏิกิริยาอยู่ภายในแล้ว



ก.



ข.

รูป ก. เซลล์เชื้อเพลิงสาธิต ข. การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

การทำปฏิกิริยาเคมีในเซลล์เชื้อเพลิงนอกจากจะให้พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ยังการปล่อยความร้อนและน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่เป็นมลพิษ โดยเซลล์เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานไฟฟ้ามากพอสำหรับขับเคลื่อนรถยนต์ทั่วไปมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักเบา และไม่ทำให้เกิดเสียงดัง อีกทั้งมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึง 75% หรือประมาณสองเท่าของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป จึงได้มีการพยายามนำเซลล์เชื้อเพลิงมาเป็นแหล่งพลังงานสำหรับขับเคลื่อนยานพาหนะดังรูป



รูป ก. ส่วนประกอบหลักของรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง
ข. ต้นแบบรถไฟในประเทศเยอรมนีที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง

