

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์ 3 (ว30203)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568



นางสาวยุภาภรณ์ เจริญเขต
ตำแหน่งครู

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

วิเคราะห์หลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา ฟิสิกส์ ๓

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓

จำนวน (นก.) ๒.๐ หน่วยกิต

เวลาเรียน ๔ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ อัตราส่วนคะแนน ระหว่างเรียน : ปลายภาค = ๗๐ : ๓๐

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำ ไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทานอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า และเทคโนโลยีด้านพลังงาน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบอธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

๑. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาค กับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วย องศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๒. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำ นวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๓. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและ อธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำ นวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำ ความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน
๔. ทดลอง และอธิบายการทำ วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำ ไฟฟ้าสถิต
๕. อธิบาย และคำ นวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
๖. อธิบาย และคำ นวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำ กับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
๗. อธิบาย และคำ นวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ
๘. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และ ความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๙. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ ในชีวิตประจำวัน
๑๐. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนใน ลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำ นวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๑๑. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำ นวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำ นวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน
๑๒. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและ คำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า
๑๓. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน
๑๔. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย

โครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ๓ ว ๓๐๒๐๓
๔ ชั่วโมง/สัปดาห์ ๘๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้/หน่วยย่อยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
๑. เสียง	๑. เสียง	(๒๔)
	๑.๑ ธรรมชาติของเสียง	๘
	๑.๒ การได้ยินเสียง	๘
	๑.๓ ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง	๘
๒. ไฟฟ้าสถิต	๒. ไฟฟ้าสถิต	(๒๔)
	๒.๑ ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต	๔
	๒.๒ กฎของคูลอมบ์	๔
	๒.๓ สนามไฟฟ้า	๔
	๒.๔ ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์	๔
	๒.๕ ตัวเก็บประจุ	๖
	๒.๖ การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	๒
๓. ไฟฟ้ากระแส	๓. ไฟฟ้ากระแส	(๒๒)
	๓.๑ กระแสไฟฟ้า	๔
	๓.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์	๖
	๓.๓ พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	๔
	๓.๔ แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	๖
	๓.๕ พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน	๒

หมายเหตุ

๑. ปฐมนิเทศ และ ทำแบบทดสอบรวมก่อนเรียน	๒	ชั่วโมง
๒. สอบกลางภาคเรียน	๔	ชั่วโมง
๓. สอบปลายภาคเรียน	๔	ชั่วโมง
รวมเวลาทั้งหมด	๘๐	ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1_1

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ธรรมชาติของเสียง สมบัติของเสียง

อัตราเร็วของเสียง และการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน

1. ผลการเรียนรู้

มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ สมบัติการสะท้อน สมบัติการหักเห สมบัติการแทรกสอดและสมบัติการเลี้ยวเบน และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำคำตอบได้

2. สาระสำคัญ

ธรรมชาติของเสียง เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงถูกถ่ายโอนพลังงานผ่านโมเลกุลของตัวกลางอย่างต่อเนื่อง โดยโมเลกุลของตัวกลางจะสั่นอยู่กับที่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับพลังงานของเสียง ซึ่งเสียงเป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ดังนั้น เสียงจึงมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคลื่น คือ มีสมบัติของการแทรกสอด สมบัติการเลี้ยวเบน สมบัติการสะท้อน และสมบัติการหักเห โดยอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางหนึ่งจะคงที่เมื่อมีอุณหภูมิค่าหนึ่งคงที่ และอัตราเร็วในแต่ละตัวกลางจะมีค่าต่างกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเพื่อแสดงว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และจะถ่ายโอนพลังงานการสั่นของวัตถุผ่านตัวกลางไปได้ (K)
2. นักเรียนสามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้ว่า เสียงมีสมบัติมีสมบัติการหักเห การสะท้อน การแทรกสอด และเลี้ยวเบนได้ (K)
3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของตัวกลางคงตัว อัตราเร็วเสียงมีค่าคงตัวด้วย และอัตราเร็วของตัวกลางแต่ละตัวมีค่าต่างกันได้ (K)
4. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าคลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว และอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงการกระจัดของอนุภาคอากาศและความดันของอากาศขณะที่มีคลื่นเสียงผ่านได้ (K)
5. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมและสรุปได้ว่าเสียงมีสมบัติเป็นคลื่น จากการที่เสียงสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอดและเลี้ยวเบนได้ (P)
6. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาคำคำตอบเกี่ยวกับธรรมชาติของเสียง สมบัติของเสียง และอัตราเร็วของเสียงได้ (P)
7. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ธรรมชาติของเสียง

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงถูกส่งออกไปในลักษณะของคลื่นกล โดยการถ่ายโอนพลังงานทำให้เกิดความดันอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่ง ทำให้เกิดเป็นช่วงอัด และ ช่วงขยายโดยที่ช่วงอัดคือบริเวณที่อนุภาคของตัวกลาง

อัดเข้าหากัน ส่วนช่วงขยายคือบริเวณที่อนุภาคตัวกลางแยกห่างจากกัน ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ไปที่ต่างๆ หากไม่มีตัวกลางเสียงไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

สมบัติของเสียง

เสียงเป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ดังนั้น เสียงจึงมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคลื่น คือ มีสมบัติของการแทรกสอด สมบัติการเลี้ยวเบน สมบัติการสะท้อน และสมบัติการหักเห โดยลักษณะคุณสมบัติแต่ละประเภทเป็นดังนี้

การแทรกสอดของเสียง เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ 2 แหล่ง คลื่นเสียงจากสองแหล่งแผ่เข้าซ้อนทับกัน หากคลื่นรวมกันแบบเสริมกันเรียกว่า ปฏิบัพ(antinode) ตำแหน่งนี้จะได้ยินเสียงดัง และหากคลื่นรวมกันแบบหักล้างกันเรียกว่า บัพ(node) ตำแหน่งนี้จะได้ยินเสียงเบา

สำหรับสูตรการคำนวณการแทรกสอดของคลื่นเสียง กำหนดให้จุด P เป็นจุดที่อยู่บนเส้นปฏิบัพ และจุด Q เป็นจุดที่อยู่บนเส้นบัพ ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

$$\text{และ} \quad d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

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

$$\text{และ} \quad d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

การเลี้ยวเบนของเสียง เป็นปรากฏการณ์ที่เสียงเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลัง ดังรูปที่ 2 ซึ่งในชีวิตประจำวันพบว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ(ความยาวคลื่นมาก) จะเลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางต่างๆ ได้ดีกว่าเสียงความถี่สูง(ความยาวคลื่นน้อย)

$$\text{สำหรับแนวปฏิบัพ} \quad d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{สำหรับแนวบัพ} \quad d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

การสะท้อนของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวาง จะทำให้เกิดการสะท้อนของเสียง ซึ่งจะมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน รังสีตกกระทบ, รังสีสะท้อน และเส้นปกติต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน โดยปกติแล้วเสียงที่ผ่านไปยังสมองจะติดประสาทหูประมาณ 0.1 วินาที ดังนั้นหากตะโกนออกไปแล้วเสียงสะท้อนกลับมาสู่หูช้ากว่าเสียงที่ตะโกนออกไป 0.1 วินาที หูจะสามารถแยกเสียงตะโกนออกไปกับเสียงที่สะท้อนกลับมาได้ แต่ถ้าตะโกนออกไปแล้วเสียงสะท้อนกลับมาสู่หูเร็วกว่าเสียงที่ตะโกนออกไป 0.1 วินาที เราจะได้ยินเสียงก้อง(echo)เกิดขึ้น

การหักเหของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางความเร็วและความยาวคลื่น แต่ความถี่คลื่นยังคงที่กล่าวคือเมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า เสียงจะหักเหออกจากเส้นตั้งฉาก

ซึ่งสมการที่ใช้คำนวณ ดังสมการด้านล่างนี้

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

อัตราเร็วของเสียง

ในการเคลื่อนที่ของเสียงจะมีอัตราเร็วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวกลาง โดยตัวกลางที่คลื่นเสียงผ่านได้มีทั้ง ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งตัวกลางที่เป็นของแข็ง คลื่นเสียงสามารถเคลื่อนที่ผ่านได้เร็วที่สุด รองลงมาคือของเหลว และก๊าซ ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของเสียงคือชนิดของตัวกลาง และอุณหภูมิของตัวกลาง ซึ่งตัวกลางแต่ละชนิดมีความหนาแน่นต่างกันโดยอัตราเร็วของตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก จะมีค่ามากกว่าตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย และที่อุณหภูมิสูงโมเลกุลมีพลังงานจลน์มากขึ้น ทำให้การอัดตัวและขยายตัวของโมเลกุลเร็วขึ้น ส่งผลให้เสียงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นด้วย

นักฟิสิกส์ได้ทดลองศึกษาอัตราเร็วของเสียงในอากาศ พบว่าเสียงจะมีอัตราเร็วประมาณ 331 เมตร/วินาที ในอากาศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้น 0.6 เมตร/วินาทีทุกๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิต้องไม่เกิน 50°C ดังนั้นในการคำนวณอัตราเร็วเสียงในอากาศที่ อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ใดๆ หาได้จากสมการ

$$v_t = 331 + 0.6t$$

จากการทดลองของนักฟิสิกส์เรื่องความเร็วเสียง พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เสียงจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น โดยอัตราเร็วของเสียงและอุณหภูมิในหน่วยองศาสัมบูรณ์หรือเคลวิน (K) มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$v \propto \sqrt{T}$$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว อุณหภูมิของตัวกลางมากกว่า 50°C สามารถหาอัตราเร็วได้จากสมการ

$$v = 331 \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

$$v = 331 \sqrt{\frac{T}{273}} \quad \text{หรือ} \quad v = 20\sqrt{T} \quad \text{โดยประมาณ}$$

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง สามารถคำนวณอัตราเร็วของเสียงได้จากสมการ

$$v = f\lambda \quad \text{และ} \quad v = \frac{s}{t}$$

ตัวกลางที่เสียงใช้ในการเคลื่อนที่นอกจากอากาศแล้ว ยังใช้ตัวกลางที่อื่นด้วย ซึ่งสามารถหาอัตราเร็วเสียงในตัวกลางอื่นๆ คือ 1.อัตราเร็วเสียงในของไหล 2.อัตราเร็วเสียงในของแข็ง และ 3.อัตราเร็วเสียงในของแก๊สอุดมคติ

1. อัตราเร็วเสียงในของไหล

อัตราเร็วเสียงในของไหล ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของไหลและค่าความยืดหยุ่นของของไหล คือ Bulk Modulus ตามสมการ

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

2. อัตราเร็วเสียงในของแข็ง

อัตราเร็วเสียงในของแข็งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและความยืดหยุ่นของของแข็ง คือ Young's Modulus ตามสมการ

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

3. อัตราเร็วเสียงในของแก๊สอุดมคติ

อัตราเร็วเสียงในของแก๊สอุดมคติ(Ideal gas) มีการอัดและขยายตัวของแก๊สเป็นไปตามกระบวนการอเดียเบติก(Adiabatic process) ซึ่งสามารถหาอัตราเร็วของเสียงในแก๊สได้ตามสมการ

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียง โดยมีโมเลกุลของตัวกลางที่ทำหน้าที่ถ่ายโอนพลังงานคลื่นเสียงนั้นโดยโมเลกุลของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นเสียงนั้น สำหรับคลื่นเสียงในอากาศเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่น พลังงานของการสั่นจะถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ โดยการชนระหว่างโมเลกุล เมื่อพิจารณาแนวถ่ายโอนพลังงานของคลื่นเสียงกับแนวการสั่นของโมเลกุลอากาศที่เป็นอนุภาคของตัวกลางแล้ว พบว่าอยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้นคลื่นเสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว ซึ่งโมเลกุลของอากาศเล็กมาก ไม่สามารถสังเกตได้ จึงพิจารณาขดลวดสปริงเป็นแบบจำลองแทน โดยเมื่อไม่มีคลื่นผ่านสปริง ขดของสปริงจะมีระยะห่างเท่ากัน เมื่อพิจารณา ณ เวลาหนึ่ง คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสปริง ขดของสปริงจะอยู่ชิดกว่าปกติ เรียกว่าส่วนอัด ส่วนที่อยู่ห่างกว่าปกติ เรียกว่าส่วนขยาย ซึ่งบริเวณตรงกลางของส่วนอัดและส่วนขยายจะมีการกระจัดเป็นศูนย์ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของขดสปริง โดยแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจะมีลักษณะเดียวกันกับการเกิดคลื่นตามยาวในขดสปริง

ขณะที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศ โมเลกุลบริเวณส่วนอัดจะมากกว่าปกติ ทำให้ความดันบริเวณส่วนอัดสูงกว่าความดันปกติ ส่วนโมเลกุลบริเวณส่วนขยายจะน้อยกว่าปกติ ทำให้ความดันบริเวณส่วนอัดต่ำกว่าความดันปกติ ซึ่งความดันเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่ยังเท่าเดิม ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงความถี่เดียวกับความถี่จากแหล่งกำเนิดเสียง

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ครูให้นักเรียนทุกคนทดลองเอามือจับที่ลำคอขณะเปล่งเสียง แล้วสังเกตการสั่นของลำคอ
- 1.2 ครูยกตัวอย่างการเล่นกีตาร์โดยอภิปรายร่วมกับนักเรียนว่าเสียงกีตาร์ที่ได้ยิน เกิดจากการสั่นของสายกีตาร์แล้วพลังงานจากการตีถูกถ่ายโอนให้กับสายกีตาร์ ทำให้สายกีตาร์สั่น พลังงานของการ

สั่นจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเสียงแผ่กระจายโดยรอบ พลังงานเสียงแผ่มาถึงผู้ฟังโดยอาศัยการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นผ่านอากาศมายังหูของเรา

1.3 ครูให้นักเรียนศึกษา simulation เกี่ยวกับเสียงใช้ตัวกลาง(อากาศ) ในการเคลื่อนที่



1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ(แหล่งกำเนิดเสียง) เสียงเป็นคลื่นกล ซึ่งเสียงที่เราได้ยินในชีวิตประจำวันอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน ถ้าไม่มีอากาศเป็นตัวกลาง เราจะไม่สามารถได้ยินเสียงได้

1.5 ครูทบทวนคุณสมบัติของคลื่น ว่าคลื่นทุกชนิดจะแสดงสมบัติทั่วไปที่เหมือนกัน 4 ประการ คือ การหักเห การสะท้อน การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ส่วนอนุภาคแสดงสมบัติการหักเหและการสะท้อนได้ คลื่นน้ำเป็นคลื่น จึงสามารถแสดงการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนได้ ดังนั้น หากเราจะพิสูจน์ว่า เสียงเป็นคลื่นหรือไม่ สามารถพิสูจน์ได้จากการทดลองที่ 10.1 ตามใบกิจกรรมที่ 1_1.1 เรื่องการแทรกสอดของเสียง และ 10.2 ตามใบกิจกรรมที่ 1_1.2 เรื่องการเลี้ยวเบนของเสียง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน

2.2 ครูและนักเรียนอภิปรายวิธีทำการทดลองที่ 10.1 และ 10.2 ตามใบกิจกรรมที่ 1_1.1 เรื่องการแทรกสอดของเสียง และ 10.2 ตามใบกิจกรรมที่ 1_1.2 เรื่องการเลี้ยวเบนของเสียง

2.3 นักเรียนทุกกลุ่มทำการทดลองที่ 10.1 และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1_1.1 เรื่องการแทรกสอดของเสียง

ชั่วโมงที่ 2

2.4 นักเรียนทุกกลุ่มทำการทดลอง 10.2 และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการเลี้ยวเบนของเสียง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(explanation) 45 นาที

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

3.2 ครูเดินดูผลงานนักเรียนทั่วทั้งห้อง พร้อมทั้งให้คำปรึกษา และเสนอแนะปรับปรุงผลงาน(ถ้ามี)

3.3 สุ่มตัวแทน 1-2 กลุ่ม นำเสนอผลงานจากการทำการทดลองที่ 10.1 และ 10.2

- 3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองที่ 10.1 ว่า เมื่อฟังเสียงจากลำโพง 2 ตัว จะได้ยินเสียงดัง-ค่อย สลับกัน เกิดจากการที่เสียงจากลำโพง 2 ตัว ที่เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ มีบางตำแหน่งของคลื่นเสียงที่การกระจัดเสริมกัน บางตำแหน่งของคลื่นเสียงที่การกระจัดหักล้างกัน ทำให้เกิดเสียง ดัง-ค่อย สลับกัน โดยตำแหน่งที่คลื่นเสียงเสริมกันจะได้ยินเสียงดัง ตำแหน่งที่คลื่นเสียงหักล้างกันจะได้ยินเสียงค่อย ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้
- 3.5 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองที่ 10.2 ว่า การที่เราได้ยินเสียงจากทางด้านหลังของสิ่งกีดขวาง แสดงว่าเสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการเลี้ยวเบนได้

ชั่วโมงที่ 3

4. ขยายความรู้(elaboration) 45 นาที

- 4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ เรื่อง การหักเหของเสียง การสะท้อนของเสียง และอัตราเร็วของเสียง ตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 1 ตอนที่ 2 และ 3
- 4.2 ครูแสดงวิธีการวิเคราะห์โจทย์ และคำนวณ ตามตัวอย่างที่ 10.1 ในแบบเรียน หน้า 65 ตามตัวอย่างที่ 10.2 ในแบบเรียน หน้า 67 ตามตัวอย่างที่ 10.3 ในแบบเรียน หน้า 69
- 4.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามในประเด็นที่สงสัย และครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ
- 4.4 นักเรียนทำใบงานที่ 1_1 เรื่อง ธรรมชาติของเสียง คุณสมบัติของเสียง อัตราเร็วของเสียง โดยให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ซึ่งกันและกัน จนนักเรียนทุกคนทำได้ถูกต้องครบทุกข้อ
- 4.5 ครูเฉลยคำตอบพร้อมนักเรียน

ชั่วโมงที่ 4

- 4.6 ครูแสดงอุปกรณ์โทรศัพท์กระป๋องและวิธีการใช้งาน จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนออกมาลองใช้อุปกรณ์ดังกล่าว โดยให้นักเรียนสังเกตว่าทั้งสองได้ยินเสียงกันและกันหรือไม่
- 4.7 ครูชี้ให้เห็นว่า เสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยพลังงานเสียงจากคนที่ 1 ผ่านตัวกลางคือเส้นเชือก แล้วถ่ายโอนพลังงานให้อีกตัวกลางหนึ่งคืออากาศ เพื่อให้คนที่ 2 สามารถได้ยินเสียงอีกคนได้
- 4.8 ครูอภิปรายความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง ตามรายละเอียดในใบความรู้ตอนที่ 4

5. ประเมิน(evaluation) 20 นาที

- 5.1 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะทำการแข่งขันตอบปัญหาเป็นกลุ่ม โดยกลุ่มที่ยกป้ายตอบคำถามได้เร็วและถูกต้อง จะได้ 2 คะแนน และกลุ่มที่ตอบถูกที่ยกป้ายตอบคำถามทีหลัง จะได้ 1 คะแนน กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผู้ชนะ
- 5.2 ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมได้จากหนังสือในห้องสมุดและจากเว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.)
2. ใบความรู้ เรื่อง ธรรมชาติของเสียง สมบัติของเสียง อัตราเร็วของเสียง และการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง
3. ใบงานที่ 1_1 เรื่อง ธรรมชาติของเสียง สมบัติของเสียง และอัตราเร็วของเสียง
4. แบบจำลองบนคอมพิวเตอร์(simulation) เกี่ยวกับเสียงใช้ตัวกลาง(อากาศ) ในการเคลื่อนที่
5. สื่อนำเสนอ(power point)
6. หนังสือในห้องสมุด
7. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่องธรรมชาติของเสียง สมบัติของเสียง อัตราเร็วของเสียง และการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง ได้แก่

- <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/reflection.htm>
- <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/4.html>
- <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/gfda.html>
- <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/10/sound/sound/property-1.htm>
- <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/561-%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%A7%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%86?groupid=157>
- http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75590

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-ตรวจใบงานที่ 1_1 ตอนที่ 1 ข้อ 1 ถึง ข้อ 10 -ตรวจใบงานที่ 1_1 ตอนที่ 1 ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 10	-ใบงานที่ 1_1 ธรรมชาติของเสียง และอัตราเร็วของเสียง ตอนที่ 1, 2	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-ใบกิจกรรมที่ 1_1, 2_2 -ตรวจใบงานที่ 1_1 ตอนที่ 1 ข้อที่ 2, 3, 5, 6, 8, 9 และ 10 -ตรวจใบงานที่ 1_1 ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 10	-ใบงานที่ 1_1 ธรรมชาติของเสียง และอัตราเร็วของเสียง ตอนที่ 1, 2 -ใบกิจกรรมที่ 1_1 การแทรกสอดของ เสียง -ใบกิจกรรมที่ 2 การ เลี้ยวเบนของเสียง	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สังเกต	การสังเกต	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ตอนที่ 1 คะแนนทั้งหมด 10 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
7 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ตอนที่ 2 คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 3 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1_1 เรื่อง ธรรมชาติของเสียง สมบัติของเสียง อัตราเร็วของเสียง
และการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง

ตอนที่ 1 ธรรมชาติของเสียง

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงถูกส่งออกไปในลักษณะของคลื่นกล โดยการถ่ายโอนพลังงานทำให้เกิดความดันอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่ง ทำให้เกิดเป็นช่วงอัด และ ช่วงขยายโดยที่ช่วงอัดคือบริเวณที่อนุภาคของตัวกลางอัดเข้าหากัน ส่วนช่วงขยายคือบริเวณที่อนุภาคตัวกลางแยกห่างจากกัน ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ไปที่ต่างๆ หากไม่มีตัวกลางเสียงไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น รูปที่ 1 เปิดลำโพงในกล่องที่เป็นสุญญากาศ พลังงานเสียงที่ถูกส่งออกมา แต่ไม่มีตัวกลางในการเคลื่อนที่ เราจะได้ยินเสียงนั้น เนื่องจากเสียงไม่สามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้ ซึ่งทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงจะอยู่ในแนวเดียวกับการสั่นของอนุภาคของตัวกลาง เสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว

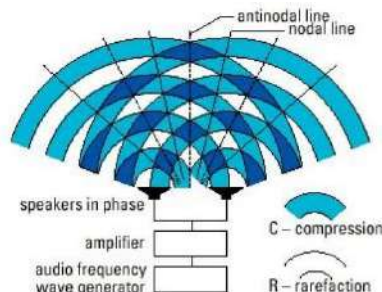


รูปที่ 1 แสดงเสียงไม่สามารถผ่านสุญญากาศได้

ตอนที่ 2 สมบัติของเสียง

เสียงเป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง ดังนั้น เสียงจึงมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคลื่น คือ มีสมบัติของการแทรกสอด สมบัติการเลี้ยวเบน สมบัติการสะท้อน และสมบัติการหักเห โดยลักษณะคุณสมบัติแต่ละประเภทเป็นดังนี้

การแทรกสอดของเสียง เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ 2 แหล่ง คลื่นเสียงจากสองแหล่งแผ่เข้าซ้อนทับกัน หากคลื่นรวมกันแบบเสริมกันเรียกว่า ปฏิบัพ(antinode) ตำแหน่งนี้จะได้ยินเสียงดัง และหากคลื่นรวมกันแบบหักล้างกันเรียกว่า บัพ(node) ตำแหน่งนี้จะได้ยินเสียงเบา หากแนวปฏิบัพและบัพได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงลวดลายการแทรกสอด

สำหรับสูตรการคำนวณการแทรกสอดของคลื่นเสียง กำหนดให้จุด P เป็นจุดที่อยู่บนเส้นปฏิบัติ และจุด Q เป็นจุดที่อยู่บนเส้นบัพ ซึ่งมีสูตรดังนี้

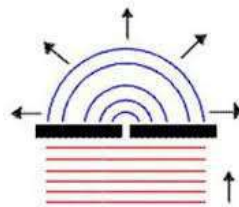
สำหรับแนวปฏิบัติ $|S_1P - S_2P| = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

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

สำหรับแนวบัพ $|S_1Q - S_2Q| = (n + \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

และ $d \sin \theta = (n + \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

การเลี้ยวเบนของเสียง เป็นปรากฏการณ์ที่เสียงเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลัง ดังรูปที่ 2 ซึ่งในชีวิตประจำวันพบว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ(ความยาวคลื่นมาก) จะเลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางต่างๆ ได้ดีกว่าเสียงความถี่สูง(ความยาวคลื่นน้อย)

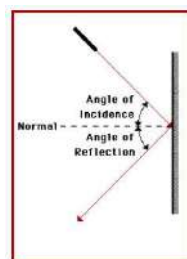


รูปที่ 2 แสดงลักษณะการเลี้ยวเบนของเสียง

สำหรับแนวปฏิบัติ $d \sin \theta = (n + \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

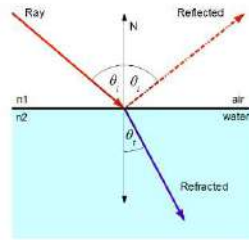
สำหรับแนวบัพ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

การสะท้อนของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวาง จะทำให้เกิดการสะท้อนของเสียง ซึ่งจะมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน รังสีตกกระทบ, รังสีสะท้อน และเส้นปกติต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน ดังรูปที่ 3 โดยปกติแล้วเสียงที่ผ่านไปยังสมองจะติดประสาทหูประมาณ 0.1 วินาที ดังนั้นหากตะโกนออกไปแล้วเสียงสะท้อนกลับมาสู่หูช้ากว่าเสียงที่ตะโกนออกไป 0.1 วินาที หูจะสามารถแยกเสียงตะโกนออกไปกับเสียงที่สะท้อนกลับมาได้ แต่ถ้าตะโกนออกไปแล้วเสียงสะท้อนกลับมาสู่หูเร็วกว่าเสียงที่ตะโกนออกไป 0.1 วินาที เราจะได้ยินเสียงก้อง(echo)เกิดขึ้น



รูปที่ 3 แสดงลักษณะการสะท้อนของเสียง

การหักเหของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางความเร็วและความยาวคลื่น แต่ความถี่คลื่นยังคงที่กล่าวคือเมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า เสียงจะหักเหออกจากเส้นตั้งฉากแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งการหักเหของเสียงเมื่อคลื่นเสียงเดินทางในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง คลื่นเสียงจะเบนออกจากเส้นปกติ ($\theta_1 < \theta_2$) และเมื่อเสียงเดินทางจากในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ คลื่นเสียงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ($\theta_1 > \theta_2$)



รูปที่ 4 แสดงลักษณะการหักเหของคลื่นเสียง

ซึ่งสมการที่ใช้คำนวณ ดังสมการด้านล่างนี้

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

เมื่อ θ_1 หมายถึง มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1

θ_2 หมายถึง มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 2

v หมายถึง อัตราเร็วเสียง มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

λ หมายถึง ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็นเมตร(m)

T หมายถึง อุณหภูมิสัมบูรณ์ มีหน่วยเป็นเคลวิน

ในกรณีการเกิดมุมวิกฤตของเสียง เกิดเมื่อเสียงเริ่มต้นจากบริเวณอากาศอุณหภูมิต่ำไปสู่อากาศอุณหภูมิสูงกว่า หรือเริ่มต้นจากบริเวณที่เสียงมีอัตราเร็วช้า ไปยังบริเวณที่มีอัตราเร็วมาก ซึ่งสามารถคำนวณมุมวิกฤต(θ_c) ได้จากสูตร

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

****มุมวิกฤต** คือ มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเห มีค่าเป็น 90 องศา

ตอนที่ 3 อัตราเร็วของเสียง

ในการเคลื่อนที่ของเสียงจะมีอัตราเร็วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวกลาง โดยตัวกลางที่คลื่นเสียงผ่านได้มีทั้ง ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งตัวกลางที่เป็นของแข็ง คลื่นเสียงสามารถเคลื่อนที่ผ่านได้เร็วที่สุด รองลงมาคือของเหลว และก๊าซ ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของเสียงคือชนิดของตัวกลาง และอุณหภูมิของตัวกลาง ซึ่งตัวกลางแต่ละชนิดมีความหนาแน่นต่างกันโดยอัตราเร็วของตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก จะมีค่ามากกว่าตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย และที่อุณหภูมิสูงโมเลกุลมีพลังงานจลน์มากขึ้น ทำให้การอัดตัวและขยายตัวของโมเลกุลเร็วขึ้น ส่งผลให้เสียงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นด้วย คลื่นเสียงเมื่อเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นหรืออุณหภูมิต่างกัน จะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป แต่ความถี่จะเท่าเดิม

นักฟิสิกส์ได้ทดลองศึกษาอัตราเร็วของเสียงในอากาศ พบว่าเสียงจะมีอัตราเร็วประมาณ 331 เมตร/วินาที ในอากาศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้น 0.6 เมตร/วินาทีทุกๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิต้องไม่เกิน 50°C ดังนั้นในการคำนวณอัตราเร็วเสียงในอากาศที่ อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ใดๆ หาได้จากสมการ

$$v_t = 331 + 0.6t$$

เมื่อ v_t หมายถึง อัตราเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ t ใดๆ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

t หมายถึง อุณหภูมิของอากาศในหน่วยองศาเซลเซียส (°C)

จากการทดลองของนักฟิสิกส์เรื่องความเร็วเสียง พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เสียงจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น โดยอัตราเร็วของเสียงและอุณหภูมิในหน่วยองศาสัมบูรณ์หรือเคลวิน (K) มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$v \propto \sqrt{T}$$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว อุณหภูมิของตัวกลางมากกว่า 50°C สามารถหาอัตราเร็วได้จากสมการ

$$v = 331 \sqrt{1 + \frac{t}{273}} \quad \text{หรือ} \quad v = 20\sqrt{T} \quad \text{โดยประมาณ}$$

$$v = 331 \sqrt{\frac{T}{273}}$$

เมื่อ v หมายถึง อัตราเร็วเสียง มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

t หมายถึง อุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

T หมายถึง อุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็นเคลวิน (K)

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง สามารถคำนวณอัตราเร็วของเสียงได้จากสมการ

$$v = f\lambda \quad \text{และ} \quad v = \frac{s}{t}$$

เมื่อ v หมายถึง อัตราเร็วเสียง มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

f หมายถึง ความถี่ของเสียง มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์(Hz) หรือหนึ่งหน่วยต่อวินาที (1/s)

λ หมายถึง ความยาวคลื่นของเสียง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

S หมายถึง ระยะทางจากแหล่งกำเนิดถึงวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

t หมายถึง เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ตัวกลางที่เสียงใช้ในการเคลื่อนที่นอกจากอากาศแล้ว ยังใช้ตัวกลางที่อื่นด้วย ซึ่งสามารถหาอัตราเร็วเสียงในตัวกลางอื่นๆ คือ 1.อัตราเร็วเสียงในของไหล 2.อัตราเร็วเสียงในของแข็ง และ 3.อัตราเร็วเสียงในของแก๊สอุดมคติ

4. อัตราเร็วเสียงในของไหล

อัตราเร็วเสียงในของไหล ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของไหลและค่าความยืดหยุ่นของของไหล คือ Bulk Modulus ตามสมการ

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

เมื่อ v หมายถึง อัตราเร็วเสียงในของไหล มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

ρ หมายถึง ความหนาแน่นของของไหล

B หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของ Bulk

$$B = \frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V}} = \frac{\text{การเปลี่ยนแปลงความดัน}}{\text{อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาตร}}$$

5. อัตราเร็วเสียงในของแข็ง

อัตราเร็วเสียงในของแข็งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและความยืดหยุ่นของของแข็ง คือ Young's Modulus ตามสมการ

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

เมื่อ v หมายถึง อัตราเร็วเสียงในของไหล มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

ρ หมายถึง ความหนาแน่นของของไหล

E หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของ Young

$$E = \frac{\text{stress}}{\text{strain}} = \frac{\text{ความเค้น}}{\text{ความเครียด}}$$

6. อัตราเร็วเสียงในของแก๊สอุดมคติ

อัตราเร็วเสียงในของแก๊สอุดมคติ(Ideal gas) มีการอัดและขยายตัวของแก๊สเป็นไปตามกระบวนการอะเดียเบติก(Adiabatic process) ซึ่งสามารถหาอัตราเร็วของเสียงในแก๊สได้ตามสมการ

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

เมื่อ v หมายถึง ความเร็วเสียงในของแก๊ส มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

T หมายถึง อุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็นเคลวิน (K)

R หมายถึง ค่าคงที่ของแก๊ส มีค่าเท่ากับ 8.31 J/mol-K

M หมายถึง มวลของแก๊สในหนึ่งโมเลกุล

γ หมายถึง อัตราส่วนจำเพาะของความร้อนของแก๊สที่ความดันคงที่ต่อปริมาตรคงที่

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\text{ความจุความร้อนของแก๊สที่ความดันคงตัว}}{\text{ความจุความร้อนของแก๊สที่ปริมาตรคงตัว}}$$

ตอนที่ 4 การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียง โดยมีโมเลกุลของตัวกลางที่ทำหน้าที่ถ่ายโอนพลังงานคลื่นเสียงนั้นโดยโมเลกุลของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นเสียงนั้น สำหรับคลื่นเสียงในอากาศเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่น พลังงานของการสั่นจะถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ โดยการชนระหว่างโมเลกุล เมื่อพิจารณาแนวถ่ายโอนพลังงานของคลื่นเสียงกับแนวการสั่นของโมเลกุลอากาศที่เป็นอนุภาคของตัวกลางแล้ว พบว่าอยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้นคลื่นเสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว ซึ่งโมเลกุลของอากาศเล็กมาก ไม่สามารถสังเกตได้ จึงพิจารณาขดลวดสปริงเป็นแบบจำลองแทน โดยเมื่อไม่มีคลื่นผ่านสปริง ขดของสปริงจะมีระยะห่างเท่ากัน เมื่อพิจารณา ณ เวลาหนึ่ง คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสปริง ขดของสปริงจะอยู่ชิดกว่าปกติ เรียกว่าส่วนอัด ส่วนที่อยู่ห่างกว่าปกติ เรียกว่าส่วนขยาย ซึ่งบริเวณตรงกลางของส่วนอัดและส่วนขยายจะมีการกระจายเป็นศูนย์ เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนที่ของขดสปริง โดยแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจะมีลักษณะเดียวกันกับการเกิดคลื่นตามยาวในขดสปริง

ขณะที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศ โมเลกุลบริเวณส่วนอัดจะมากกว่าปกติ ทำให้ความดันบริเวณส่วนอัดสูงกว่าความดันปกติ ส่วนโมเลกุลบริเวณส่วนขยายจะน้อยกว่าปกติ ทำให้ความดันบริเวณส่วนอัดต่ำกว่าความดันปกติ ซึ่งความดันเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่ยังเท่าเดิม ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงความถี่เดียวกับความถี่จากแหล่งกำเนิดเสียง

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1-1 เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

การทดลองที่ 1-1 เรื่อง เสียงกับการแทรกสอด

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถบอกความดังและค่อยของเสียงที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งต่างๆได้
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้

วิธีการทดลอง

1. จัดตั้งอุปกรณ์การทดลองให้พร้อม
2. ระยะห่างระหว่างลำโพง 2 ตัว ควรอยู่ในช่วง 50 – 80 cm
3. ควรปรับระดับเสียงให้เหมาะสม ไม่ดังจนเกินไป
4. ฟังเสียงทางด้านหน้าลำโพงที่ตำแหน่งต่างๆ ในแนวขนานกับขอบโต๊ะ

บันทึกผลการทดลอง

ที่ตำแหน่งต่างๆ เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

ตอบคำถามการทดลอง

ความถี่จากลำโพงทั้งสองตัวต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

สรุปและอธิบายผลการทดลอง

.....

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1-2 เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

การทดลองที่ 1_1-2 เรื่อง เสียงกับการเลี้ยวเบน

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า ที่ตำแหน่งต่างๆ ที่อยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวาง และไม่อยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวาง จะได้ยินเสียงดังแตกต่างกัน
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปได้ว่า เสียงเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางได้ และเสียงแสดงสมบัติการเลี้ยวเบนได้

วิธีการทดลอง

1. จัดตั้งอุปกรณ์การทดลองให้พร้อม
2. ให้ลำโพงอยู่ห่างจากประตูประมาณ 30 cm และผู้ฟังห่างจากบานประตูประมาณ 70 cm แล้วฟังเสียงเพื่อบันทึกผลลงในการทดลอง
3. ควรปรับระดับเสียงให้เหมาะสม ไม่ดังจนเกินไป

บันทึกผลการทดลอง

ตำแหน่งที่รับฟังเสียง	ลักษณะความดังค่อยของเสียง
A	
B	
C	

ตอบคำถามการทดลอง

ถ้าเสียงเคลื่อนที่ในแนวตรงจากแหล่งกำเนิดโดยไม่เปลี่ยนทิศทาง เราจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง B และ C จะสามารถได้ยินเสียงหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1_1 เรื่อง ธรรมชาติของเสียง คุณสมบัติของเสียง อัตราเร็วของเสียง
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตอนที่ 1

1. ข้อใดเป็นเหตุผลที่ทำให้เราไม่ได้ยินเสียง
 - ก. ความดังของเสียงน้อยเกินไป
 - ข. ความถี่ของคลื่นเสียงมีค่าต่ำเกินไป
 - ค. ความถี่ของคลื่นเสียงมีค่าสูงเกินไป
 - ง. ถูกทุกข้อ

2. แหล่งกำเนิดเสียงส่งคลื่นเสียงที่มีความถี่ 700 เฮิรตซ์ ไปกระทบตัวสะท้อนตัวหนึ่ง เมื่อใช้เครื่องรับฟังเสียงเคลื่อนไปตามแนวแหล่งกำเนิดเสียงกับตัวสะท้อนได้ยินเสียงดัง ค่อย สลับกัน ถ้าต้องการให้ตำแหน่งเสียงดังสองตำแหน่งที่อยู่ติดกันห่างกันมากกว่าเดิม 5 เซนติเมตร แหล่งกำเนิดเสียงต้องส่งความถี่เท่าใด ถ้าความเร็วเสียงในอากาศเป็น 350 เมตรต่อวินาที(มข.55)
 - ก. 583.3 เฮิรตซ์
 - ข. 636.3 เฮิรตซ์
 - ค. 783.3 เฮิรตซ์
 - ง. 836.3 เฮิรตซ์

3. เสียงเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 27 °C ไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิเท่าใดในหน่วยองศาเซลเซียส(°C) จึงทำให้ความยาวคลื่น เป็น 2/3 เท่าของความยาวคลื่นเดิม
 - ก. 117
 - ข. 402
 - ค. 450
 - ง. 675

4. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นวัตถุประสงค์ของการบุผนังของโรงงานภาพยนตร์ด้วยวัสดุกลืนเสียง(O-NET'50)
 - ก. ลดความถี่ของเสียง
 - ข. ลดความดังของเสียง
 - ค. ลดการสะท้อนของเสียง
 - ง. ลดการหักเหของเสียง

5. เสียงระเบิดใต้น้ำ หักเหขึ้นสู่อากาศโดยมีมุมตกกระทบ 30 องศา จงหามุมหักเหที่ออกสู่อากาศ ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศและในน้ำเป็น 350 และ 1400 เมตร/วินาที ตามลำดับ
 - ก. $\sin^{-1} 0.125$
 - ข. $\sin^{-1} 1.414$
 - ค. $\sin^{-1} 1.732$
 - ง. $\sin^{-1} 2.236$

6. ถ้าเสียงเดินทางจากตัวกลาง 1 ไปยังตัวกลาง 2 โดยความยาวคลื่นเสียงเพิ่มเป็น 2 เท่าของของเดิม จงหาผลคูณของ
ก. 15 องศา ข. 30 องศา ค. 45 องศา ง. 50 องศา
7. ที่อุณหภูมิเดียวกัน ตัวกลางใดที่อัตราเร็วของเสียงมีค่ามากที่สุด
ก. น้ำ ข. แก้ว ค. อากาศ ง. แก๊สไฮโดรเจน
8. ถ้าอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น 20°C อัตราเร็วเสียงในอากาศจะเป็นอย่างไร
ก. เพิ่มขึ้น 343 m/s ข. ลดลง 343 m/s ค. เพิ่มขึ้น 12 m/s ง. ลดลง 12 m/s
9. (มข.53) เปิดเสียงความถี่ 200 เฮิรตซ์ ให้เคลื่อนที่กระจายไปในอากาศที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จงหาความยาวคลื่นเสียง
ก. 1.500 เมตร ข. 2.346 เมตร ค. 3.80 เมตร ง. 1.73 เมตร
10. ถ้าอากาศมีอุณหภูมิ 0°C ความเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่าไร (มข.54)
ก. 330 เมตรต่อวินาที ข. 331 เมตรต่อวินาที ค. 340 เมตรต่อวินาที ง. 343 เมตรต่อวินาที

ตอนที่ 2

1. นักเรียนคิดว่าหากต้นไม้ล้มกลางป่าลึก และไม่มีมนุษย์อยู่ในบริเวณนั้น ต้นไม้ที่ล้มนี้ ทำให้เกิดเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. ยกตัวอย่างเพื่อแสดงว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และจะถ่ายโอนพลังงานการสั่นของวัตถุผ่านตัวกลางไป

.....

.....

.....

3. คนที่มีบ้านพักริมทางรถไฟ มักจะตรวจสอบว่าจะมีขบวนรถไฟผ่านมาหรือไม่ โดยใช้หูแนบกับรางรถไฟ เพราะเหตุใดจึงทำเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

4. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่งที่แตกต่างกัน ปริมาณใดต่อไปนี้คงตัว และปริมาณใดเปลี่ยนไป ความยาวคลื่น ความถี่ และอัตราเร็วคลื่น

.....

.....

.....

.....

5. การเกิดเสียงก้อง เมื่อเราตะโกนอยู่กลางหุบเขา เป็นคุณสมบัติข้อใดของคลื่น เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

6. ยกตัวอย่างการนำความรู้จากเรื่องสมบัติของคลื่นเสียงไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

7. ชายคนหนึ่งยืนตะโกนเข้าใสน้ำผา เขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาหลังจากตะโกนออกไป 1 วินาที ถ้าความเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที จงหาว่าน้ำผาอยู่ห่างจากชายคนนั้นเป็นระยะทางเท่าใด(มข.50)

.....

.....

.....

.....

8. ถ้ายิงปืนระหว่างหน้าผาสองแห่ง ปรากฏว่าได้ยินเสียงสะท้อน 2 ครั้ง หลังจากยิงปืนเป็น 2 วินาที และ 3 วินาที ตามลำดับ จงหาระยะระหว่างหน้าผาทั้งสอง กำหนดอุณหภูมิของอากาศขณะนั้นเป็น 40 °C อัตราเร็วของเสียงที่อุณหภูมิ 0 °C เท่ากับ 331 m/s และเพิ่มขึ้น 0.6 m/s ทุก 1 °C

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. ณ เวลาหนึ่ง วัดค่าอุณหภูมิห้องได้ 25°C เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที อุณหภูมิที่วัดได้ 25°C เช่นเดียวกัน เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที อุณหภูมิที่วัดได้ 25°C จงแสดงว่า เมื่ออุณหภูมิมีค่าคงตัว อัตราเร็วเสียงมีค่าคงตัวด้วย

.....

.....

.....

.....

10. จงหาความยาวคลื่นของเสียงซึ่งมีความถี่ 1000 เฮิรตซ์ ขณะคลื่นเสียงเดินทางผ่านอากาศ น้ำ และเหล็ก ที่มีอุณหภูมิ 20°C เท่ากัน กำหนดให้อัตราเร็วของเสียงในอากาศ น้ำ และเหล็ก มีค่าเท่ากับ 343, 1482 และ 5941 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1_1 เรื่อง การแทรกสอดของเสียง

บันทึกผลการทดลอง

ที่ตำแหน่งต่างๆ เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเป็นอย่างไร

...บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงดัง บางตำแหน่งจะได้ยินเสียงค่อย เมื่อเลื่อนตำแหน่งไปเรื่อยๆ จะได้ยินเสียงดังค่อยสลับกัน...

ตอบคำถามการทดลอง

ความถี่จากลำโพงทั้งสองตัวต่างกันหรือไม่ อย่างไร

...ไม่แตกต่างกัน เพราะใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณตัวเดียวกัน...

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

...ว่า เมื่อฟังเสียงจากลำโพง 2 ตัว จะได้ยินเสียงดัง-ค่อย สลับกัน เกิดจากการที่เสียงจากลำโพง 2 ตัว ที่เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ มีบางตำแหน่งของคลื่นเสียงที่การกระจัดเสริมกัน บางตำแหน่งของคลื่นเสียงที่การกระจัดหักล้างกัน ทำให้เกิดเสียง ดัง-ค่อย สลับกัน โดยตำแหน่งที่คลื่นเสียงเสริมกันจะได้ยินเสียงดัง ตำแหน่งที่คลื่นเสียงหักล้างกันจะได้ยินเสียงค่อย ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการแทรกสอดได้...

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การเลี้ยวเบนของเสียง

บันทึกผลการทดลอง

ตำแหน่งที่รับฟังเสียง	ลักษณะความดังค่อยของเสียง
A	เสียงค่อยที่สุด
B	เสียงดังกว่าตำแหน่ง A และเบากว่าตำแหน่ง B
C	เสียงดังที่สุด

ตอบคำถามการทดลอง

ถ้าเสียงเคลื่อนที่ในแนวตรงจากแหล่งกำเนิดโดยไม่เปลี่ยนทิศทาง เราจะได้ยินเสียง ณ ตำแหน่ง B และ C จะสามารถได้ยินเสียงหรือไม่อย่างไร

...ณ ตำแหน่ง B และ C จะสามารถไม่ได้ยินเสียงได้ แต่เนื่องจากเสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางได้ ที่ตำแหน่ง B และ C จึงสามารถได้ยินได้ ...

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

...การที่เราได้ยินเสียงจากทางด้านหลังของสิ่งกีดขวาง แสดงว่าเสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เสียงแสดงสมบัติการเลี้ยวเบนได้...

เฉลยใบงานที่ 1_1_1 ธรรมชาติและอัตราเร็วของเสียง

ตอนที่ 1

1. ง. ถูกทุกข้อ
2. ก. 583.3 เฮิรตซ์
3. ข. 402
4. ค. ลดการสะท้อนของเสียง
5. ก. $\sin^{-1} 0.125$
6. ข. 30 องศา
7. ข. แก้ว
8. ค. เพิ่มขึ้น 12 m/s
9. ง. 1.73 m
10. ข. 331 m/s

ตอนที่ 2

1. เมื่อต้นไม้ล้มลง พลังงานในขณะที่ดินไม้ล้มกระแทกพื้นถูกถ่ายเทให้กับพื้นดินและอากาศรอบๆ พลังงานขณะต้นไม้ล้มลงทำให้พื้นดินและอากาศเกิดการสั่น ทำให้เสียงเกิดขึ้นถึงแม้ว่าจะไม่มีใครอยู่ในบริเวณนั้นก็ตาม ดังนั้นในกรณีนี้ต้นไม้ล้มจึงก่อให้เกิดเสียง
2. ตัวอย่างที่แสดงถึง เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุและมีการถ่ายโอนพลังงาน เช่น เวลาที่เราเปล่งเสียง พลังงานจากเส้นเสียงที่สั่นทำให้เกิดเสียงขึ้น และพลังงานจะส่งผ่านตัวกลางคืออากาศมายังหูของเรา ทำให้เราได้ยินเสียง
3. เนื่องจากเสียงของล้อรถไฟเคลื่อนที่ไปตามรางรถไฟได้เร็วเคลื่อนที่ไปตามอากาศ การใช้หูแนบกับรางรถไฟจึงได้ยินเสียงรถไฟเร็วกว่าการได้ยินเสียงรถไฟมาทางอากาศ
4. ความยาวคลื่น และอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่คงตัว
5. สมบัติการสะท้อนของเสียง เพราะโดยปกติแล้วเสียงที่ผ่านไปยังสมองจะติดประสาทหูประมาณ 0.1 วินาที ดังนั้นหากตะโกนออกไปแล้วเสียงสะท้อนกลับมาสู่หูช้ากว่าเสียงที่ตะโกนออกไป 0.1 วินาที หูจะสามารถแยกเสียงตะโกนออกไปกับเสียงที่สะท้อนกลับมาได้ แต่ถ้าตะโกนออกไปแล้วเสียงสะท้อนกลับมาสู่หูเร็วกว่าเสียงที่ตะโกนออกไป 0.1 วินาที เราจะได้ยินเสียงก้อง(echo)เกิดขึ้น
6. นำความรู้เรื่องคุณสมบัติของเสียงไปใช้ประโยชน์ เช่น นำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่นฟ้าแลบ แต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง หรือ การที่เราร้องตะโกนอยู่หน้าผาแล้วได้ยินเสียงสะท้อน หรือการที่เราได้ยินเสียงจากกำแพงอีกด้าน หรือใช้อธิบายการที่ได้ยินเสียงดังค่อยสลับกันจากการฟังเสียงจากลำโพง 2 ตัวที่ตำแหน่งต่างกัน
7. ระยะทางจากจุดที่ตะโกนเสียงถึงหน้าผา เป็นระยะ s ดังนั้นเสียงไปและสะท้อนกลับมาเป็นระยะ $2s$ จะได้ว่า $2s = (350 \text{ m/s}) (1 \text{ s})$ ดังนั้น $s = 175 \text{ m}$

8. จากโจทย์ อัตราเร็วของเสียงที่อุณหภูมิ 0°C เท่ากับ 331 m/s และเพิ่มขึ้น 0.6 m/s ทุก 1°C
 จะได้ว่า $v = 331 + 0.6t = 331 + 0.6(40) = 355\text{ m/s}$; $t = 40^{\circ}\text{C}$
 กำหนดให้ จุติยงป็นอยู่ห่างจากหน้าผาเป็นระยะ s_1 และ s_2 ดังรูป



จะได้ว่า ที่ 2 วินาที ที่เสียงสะท้อนกลับ คือ $2s_1 = (355\text{ m/s})(2\text{s})$

$$S_1 = 355\text{ m}$$

ที่ 3 วินาที ที่เสียงสะท้อนกลับ คือ $2s_2 = (355\text{ m/s})(3\text{s})$

$$S_2 = 532.5\text{ m}$$

ดังนั้น ระยะห่างระหว่างหน้าผา = $355 + 532.5 = 887.5\text{ m}$

9. จากสมการ $v_t = 331 + 0.6t$

จะได้ว่า ณ เวลาเริ่มต้น อุณหภูมิเท่ากับ 27°C

ดังนั้น $v_{t1} = 331 + 0.6(25) = 331 + 15 = 346\text{ m/s}$

เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที $v_{t2} = 331 + 0.6(25) = 331 + 15 = 346\text{ m/s}$

เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที $v_{t3} = 331 + 0.6(25) = 331 + 15 = 346\text{ m/s}$

สรุปว่า เมื่ออุณหภูมิคงตัว อัตราเร็วมีค่าคงตัวด้วย

จากสูตร $\lambda = \frac{v}{f}$

จะได้ความยาวคลื่นในอากาศ $\lambda_1 = \frac{v}{f} = \frac{343\text{ m/s}}{1000\text{ s}^{-1}} = 0.34\text{ m}$

จะได้ความยาวคลื่นในน้ำ $\lambda_1 = \frac{v}{f} = \frac{1482\text{ m/s}}{1000\text{ s}^{-1}} = 1.48\text{ m}$

จะได้ความยาวคลื่นในเหล็ก $\lambda_1 = \frac{v}{f} = \frac{5941\text{ m/s}}{1000\text{ s}^{-1}} = 5.94\text{ m}$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1_2

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

1. มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับความเข้มเสียง ระดับเสียง และผลของมลภาวะของเสียงต่อการได้ยิน สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้
2. มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับเสียงคู่แปด คุณภาพของเสียงและการได้ยิน และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้

2. สาระสำคัญ

ระดับปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยบอกค่าเป็นลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์สามารถได้ยิน ส่วนระดับสูงต่ำของเสียงเป็นความถี่ของเสียงต่างๆ โดยการได้ยินต้องมียอดประกอบ 3 ประการ คือ ต้นกำเนิดเสียง ตัวกลาง และประสาทรับเสียงในหู เสียงที่มีระดับสูงหรือเสียงที่ทำให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง ถือเป็นมลภาวะของเสียง หากเสียงสะท้อนมาถึงหูผู้ฟังเร็วกว่า 0.1 วินาที หูของมนุษย์จะไม่สามารถแยกเสียงที่ได้อินได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความเข้มเสียง ระดับเสียง และมลภาวะของเสียงได้ (K)
2. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียงได้ (K)
3. นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ของการได้ยิน และอธิบายลักษณะการก้องเสียงและเวลาเสียงก้องได้ (K)
4. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาคำตอบเกี่ยวกับความเข้มเสียงและการได้ยินได้ (P)
5. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ความเข้มเสียงและการได้ยิน การได้ยินต้องมียอดประกอบ 3 ประการ คือ ต้นกำเนิดเสียง ตัวกลาง และประสาทรับเสียงในหู โดยทั่วไปจะแยกออกเป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้สึกดัง-ค่อยของเสียง ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นและความเข้มเสียง
2. ความรู้สึกทุ้ม-แหลมของเสียง ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง
3. ความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียง

กำลังเสียง (Sound Power, P) หมายถึง พลังงานเสียงที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดเสียงต่อหน่วยเวลาตามสมการ

$$P = \frac{W}{t}$$

ความเข้มเสียง(Sound Intensity/ I) หมายถึง อัตราพลังงานของคลื่นเสียงที่เคลื่อนที่ไปกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับเสียงในแนวตั้งฉาก ซึ่งมนุษย์จะไม่ได้ยินเสียงเมื่อเสียงมีความเข้มน้อยกว่า 10^{-12} W/m² และทนฟังเสียงได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อหู เมื่อเสียงที่ได้นั้นมีความเข้มไม่เกิน 1 W/m² โดยความเข้มเสียงหาได้จากกำลังเสียงต่อหน่วยพื้นที่ของผิวรับเสียง ตามสมการ

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

ระดับเสียง(Sound level) หมายถึง สเกลที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อบอกความดังของเสียงให้ใกล้เคียงกับความรู้สึกของคนมากขึ้น มีหน่วยเป็น เดซิเบล (decibel) ซึ่งหูของเราสามารถได้ยินเสียงที่ความถี่อยู่ในช่วง 20 – 20,000 เฮิร์ตซ์ และตั้งแต่ 0 – 120 dB โดยความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับความเข้มเสียง เป็นดังสมการ

สำหรับหน่วยเบล $\beta = \log \left[\frac{I}{I_0} \right]$ สำหรับหน่วยเดซิเบล $\beta = 10 \log \left[\frac{I}{I_0} \right]$

มลภาวะของเสียง คือ เสียงที่มีระดับสูง หรือเสียงที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดหู หรือเกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง การลดมลภาวะของเสียงสามารถทำได้โดยใช้ที่ครอบหูป้องกันเสียง หรือการลดความดังของเครื่องเสียง

หูกับการได้ยิน เราสามารถได้ยินเสียงที่แตกต่างกัน เพราะเรามีอวัยวะรับเสียงที่สำคัญคือ “หู” เมื่อมีพลังงานเสียงมากระทบเยื่อแก้วหูเพียงเล็กน้อย ก็มีผลต่อประสาทการรับรู้ในการได้ยินของคนเราแล้ว โดยหูของเราแบ่ง 3 ส่วน ดังนี้ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน

เวลาเสียงก้อง(reverberation time; T_r) หมายถึง เวลาที่นับจากขณะที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดจนมีพลังงานลดลงถึงค่าหนึ่ง หากเสียงสะท้อนมาถึงหูผู้ฟังเร็วกว่า 0.1 วินาที หูของมนุษย์จะไม่สามารถแยกเสียงที่ได้ยินได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)

1. ครูสนทนากับนักเรียน โดยให้นักเรียนพิจารณาว่า

1.1 การที่เราได้ยินเสียงตะโกน เป็นเสียงดัง และเสียงกระซิบ ได้ยินเป็นเสียงเบา ขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง

1.2 เวลาที่เราฟังเพลง เราเพิ่มเสียง หรือลดเสียง ทำให้ได้ยินเสียงดัง เสียงเบา ขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง

- 1.3 ถ้าครูพูดขณะที่ในห้องเรียนเงียบ กับพูดในห้องเรียนที่มีเสียงคุยกัน ซึ่งทั้งสองห้องครูด้วยเสียงเท่ากัน นักเรียนจะได้ยินเสียงความเข้มเสียงเท่าเดิมหรือไม่ ระดับความดังที่ได้ยินเท่ากันหรือไม่
2. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน ตอบคำถาม ครูยังไม่เฉลยคำตอบ แต่ให้นักเรียนสืบค้นหาคำตอบของคำถามเหล่านี้

ขั้นสำรวจและค้นหา (35 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนสืบค้นจากใบความรู้ที่ 1_2 เรื่องความเข้มเสียงและการได้ยิน, แบบเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ม.5 หน้า 71-80

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (55 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นที่ได้ และช่วยกันตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องความเข้มเสียงและการได้ยิน
2. ครูให้นักเรียนมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งจนได้ข้อสรุปว่า การที่เราได้ยินเสียงดัง หรือเสียงเบา ขึ้นอยู่กับกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง ถ้าระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากัน

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นขยายความรู้ (55 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเข้มเสียงและการได้ยิน ตามรายละเอียดใบความรู้ที่ 1_2 และแบบเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ม.5 หน้า 71-80
2. นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง มลภาวะของเสียง แล้วตอบคำถามข้อที่ 26 ในใบงานที่ 1_2
3. ครูยกตัวอย่างในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องความเข้มเสียงและการได้ยิน ตามตัวอย่างในแบบเรียนฟิสิกส์ ตัวอย่างที่ 10.4 หน้า 73 และตัวอย่างที่ 10.5 หน้า 75

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นประเมิน (55 นาที)

1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3_1_2 ข้อที่ 1 – 25
2. ครูเดินดูนักเรียนทั่วห้อง ให้คำปรึกษาเป็นกลุ่ม จนนักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 3_1_2 เสร็จสมบูรณ์ถูกต้อง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบข้อที่ 1-25 ในใบงานที่ 3_1_2
4. ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือในห้องสมุด และทางอินเทอร์เน็ต

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 1_2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน
3. ใบงานที่ 1_2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน
4. ใบกิจกรรมที่ 1_2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน
5. สื่อนำเสนอ (power point)
6. หนังสือในห้องสมุด
7. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต ความเข้มเสียงและการได้ยิน ได้แก่
 - http://www.sa.ac.th/winyoo/Sound/sound_intensity.htm
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/8.html>
 - <http://thaigoodview.com/node/76439>
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75594

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-ตรวจใบงานที่ 1_2 ข้อ 1 ถึง ข้อ 26 -ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 ความเข้มเสียงและ การได้ยิน	-ใบงานที่ 1_2 ความ เข้มเสียงและการได้ยิน -ใบกิจกรรมที่ 2 ความ เข้มเสียงและการได้ยิน	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการ คำนวณ (P)	-ตรวจใบงานที่ 1_2 ข้อที่ 6 ถึงข้อที่ 25	-ใบงานที่ 1_2 ความ เข้มเสียงและการได้ยิน	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สังเกต	การสังเกต	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 26 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
19 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 3 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
2 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1_2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน

ความเข้มเสียงและการได้ยิน

ความเข้มเสียงและการได้ยิน การได้ยินต้องมียอดประกอบ 3 ประการ คือ ต้นกำเนิดเสียง ตัวกลาง และประสาทรับเสียงในหู โดยทั่วไปจะแยกออกเป็นลักษณะต่างๆดังนี้

1. ความรู้สึกดัง-ค่อยของเสียง ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นและความเข้มเสียง
2. ความรู้สึกทุ้ม-แหลมของเสียง ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง
3. ความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียง

กำลังเสียง (Sound Power, P) หมายถึง พลังงานเสียงที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดเสียงต่อหน่วยเวลา เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงปล่อยพลังงานออกมาในรูปของพลังงานคลื่นเสียง พลังงานคลื่นเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่น ตามสมการ $P = \frac{W}{t}$

เมื่อ	P	คือ กำลังเสียง มีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที หรือ วัตต์
	W	คือ พลังงานเสียงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น จูล
	t	คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที

ความเข้มเสียง(Sound Intensity/ I) หมายถึง อัตราพลังงานของคลื่นเสียงที่เคลื่อนที่ไปกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับเสียงในแนวตั้งฉากวัดเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร(W/m^2) ซึ่งมนุษย์จะไม่ได้ยินเสียงเมื่อเสียงมีความเข้มน้อยกว่า $10^{-12} W/m^2$ และทนฟังเสียงได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อหู เมื่อเสียงที่ได้ยินมีความเข้มไม่เกิน $1 W/m^2$ โดยความเข้มเสียงหาได้จากกำลังเสียงต่อหน่วยพื้นที่ของผิวรับเสียง ตามสมการ

$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$	เมื่อ	I	คือ ความเข้มเสียง มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
		P	คือ กำลังเสียง มีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที หรือ วัตต์ (W)
		A	คือ พื้นที่ผิวรับเสียง ตารางเมตร (m^2)
		R	คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับตำแหน่งที่จะหาความเข้มของเสียง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

สมการเปรียบเทียบความเข้มเสียง 2 ค่า คือ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{R_2^2}{R_1^2}$

ระดับเสียง, ระดับความเข้มเสียง หมายถึง สเกลที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อบอกความดังของเสียงให้ใกล้เคียงกับความรู้สึกของคนมากขึ้น มีหน่วยเป็น เดซิเบล (decibel) โดยการได้ยินเสียง แบ่งการได้ยินออกเป็น 2 ลักษณะคือ เสียงระดับความดังมากหรือน้อย เกิดจากพลังงานของแหล่งกำเนิดเสียง และได้ยินเสียงทุ้มหรือเสียงแหลมซึ่งเกิดจากความถี่เสียงสูงหรือความถี่เสียงต่ำ ต่างกัน ซึ่งเรียกว่า ระดับเสียง ซึ่งหูของเราสามารถได้ยินเสียงที่ความถี่อยู่ในช่วง 20 – 20,000 เฮิรตซ์ และตั้งแต่ 0 – 120 dB โดยความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับความเข้มเสียง เป็นดังสมการ

สำหรับหน่วยเบล $\beta = \log \left[\frac{I}{I_0} \right]$ สำหรับหน่วยเดซิเบล $\beta = 10 \log \left[\frac{I}{I_0} \right]$

เมื่อ β คือ ระดับเสียง

I คือ ความเข้มเสียงใดๆ ที่ต้องการวัด

I_0 คือ ความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน = 10^{-12} W/m^2

ถ้ามีการสังเกตที่ 2 ตำแหน่ง ซึ่งมีค่าระดับเสียงแตกต่างกัน สามารถเขียนสมการผลต่างของระดับเสียงได้ดังนี้

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \log \left[\frac{I_1}{I_2} \right] \quad \text{หรือ} \quad \beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \times \frac{R_2^2}{R_1^2}$$

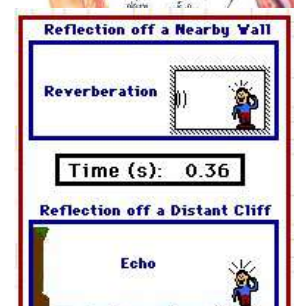
มลภาวะของเสียง คือ เสียงที่มีระดับสูง หรือเสียงที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดหู หรือเกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง เช่น เสียงจากยานพาหนะต่างๆ เสียงของเรือหางยาว เสียงจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งเสียงต่ำ เสียงที่คนทะเลาะกัน ซึ่งเสียงที่ได้ยินแล้วทำให้เกิดผลเสียต่อผู้ฟังไม่ว่าจะด้านร่างกายหรือจิตใจ ถือว่าเป็นมลพิษอย่างหนึ่ง การลดมลภาวะของเสียงสามารถทำได้โดยใช้ที่ครอบหูป้องกันเสียง หรือการลดความดังของเครื่องเสียง



หูกับการได้ยิน เราสามารถได้ยินเสียงที่แตกต่างกัน หลายพันเสียงตั้งแต่เสียงหวานของไวโอลิน จนถึงเสียงอึกทึกครึกโครมของรถจักรยานยนต์ เพราะเรามีอวัยวะรับเสียงที่สำคัญคือ “หู” เมื่อมีพลังงานเสียงมากระทบเยื่อแก้วหูเพียงเล็กน้อย ก็มีผลต่อประสาทการรับรู้ในการได้ยินของคนเราแล้ว โดยหูของเราแบ่ง 3 ส่วน ดังนี้ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน ดังภาพส่วนประกอบของหู



เวลาเสียงก้อง (reverberation time; T_r) หมายถึง เวลาที่นับจากขณะที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดจนมีพลังงานลดลงถึงค่าหนึ่ง โดยเริ่มลดลงจาก 60 dB ซึ่งระยะเวลาที่เสียงจากแหล่งกำเนิดและเสียงสะท้อนมาถึงหูผู้ฟัง (ไม่ใช่ T_r) มีค่าน้อยกว่า 0.1 วินาที หูของมนุษย์จะแยกไม่ออก แต่ถ้าเวลาต่างกันมากขึ้น หูของคนเราก็จะแยกออกเป็นเสียงคนละเสียงดังแสดงในรูปการเกิดเสียงก้องจากการสะท้อน



การเกิดเสียงก้องจากการสะท้อน

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1_2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. การที่เราได้ยินเสียงตะโกน เป็นเสียงดัง เสียงกระซิบ ได้ยินเป็นเสียงเบา ขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง
.....
.....
.....
2. ถ้าครูพูดขณะที่ในห้องเรียนเงียบ กับพูดในห้องเรียนที่มีเสียงคุยกัน ซึ่งทั้งสองห้องครูด้วยเสียงเท่ากัน นักเรียนจะได้ยินเสียงความเข้มเสียงเท่าเดิมหรือไม่ ระดับความดังที่ได้ยินเท่ากันหรือไม่
.....
.....
.....
3. เพราะเหตุใด เสียงเครื่องดนตรีจึงมีเสียงทุ้ม แหลม แตกต่างกัน
.....
.....
.....
4. การรับฟังเสียงที่มีความดังมากๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน จะเป็นอันตรายต่อหูหรือไม่ อย่างไร
.....
.....
.....
5. คนเราสามารถได้เริ่มได้ยินเสียงที่ระดับเสียงกี่เดซิเบล และคนเราสามารถฟังเสียงได้มากที่สุดที่ระดับเสียงกี่เดซิเบล ที่ไม่เป็นอันตรายต่อหู
.....
.....
.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1_2 เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก
 1. เสียงที่คนเราจะรับฟังได้นั้น มีระดับความเข้มอยู่ที่ระหว่าง 10^{-12} – 1 วัตต์ต่อตารางเมตร
 2. ในโรงงานที่มีความดังของเสียงเกิน 90 dB ต้องให้คนงานพักโดยให้ทำงาน 6 – 7 ชั่วโมงใน 1 วัน
 3. เสียงที่มีความถี่ 100 เฮิรตซ์ หูจะเริ่มได้ยินเมื่อเสียงนั้นมีระดับเสียง 40 dB และจะเริ่มปวดหูเมื่อเสียงนั้นมีระดับเสียง 125 dB
 - ก. ข้อ 1 และ 2
 - ข. ข้อ 1 และ 3
 - ค. ข้อ 2 และ 3
 - ง. ข้อ 1, 2 และ 3
2. ผลการทดลองเกี่ยวกับเสียงที่มีผลต่อการทำงาน มีข้อใดที่ไม่ถูกต้อง
 - ก. หูคนมีความไวพอที่จะได้ยินเสียงระดับ 0 เดซิเบล
 - ข. ขณะที่นักเรียนเขียนตามคำบอก เมื่อเปิดวิทยุให้ดังกว่าปกติ นักเรียนจะเขียนได้ถูกต้องน้อยลง
 - ค. โรงงานอุตสาหกรรมเปิดเครื่องจักรที่มีระดับเสียง 90 เดซิเบล ได้โดยที่คนงานไม่เป็นอันตราย
 - ง. การฟังเสียงดังมากติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้เสียสุขภาพจิตเป็นโรคกระเพาะและประสาทหูพิการ
3. ระดับเสียงที่เป็นเสียงห้ำเสียงแหลมขึ้นอยู่กับข้อใดต่อไปนี้
 - ก. ความถี่ของเสียง
 - ข. อัตราเร็วของเสียง
 - ค. แอมพลิจูดของเสียง
 - ง. ความเข้มของเสียง
4. การได้ยินเสียงประกอบด้วยอะไรบ้าง
 - ก. ปาก ลำคอ หู
 - ข. หู ตันกำเนิดเสียง อวกาศ
 - ค. ตันกำเนิดเสียง หู ตั๊กกลาง
 - ง. หู เครื่องรับวิทยุ เครื่องส่งวิทยุ

5. นั่งอยู่ในห้องแคบๆ ทำไมจึงไม่ได้ยินเสียงก้อง
 - ก. เสียงก้องถึงหูเร็วกว่าที่หูจะแยกเสียงได้
 - ข. เสียงผ่านผนังห้องไปหมด
 - ค. ไม่มีเสียงก้องเกิดในห้องแคบๆ
 - ง. ประสาทหูมีความรู้สึกช้า
6. ถ้าลำโพงเครื่องหนึ่งมีกำลังลดลงไปจากเดิม 10 % และผู้ฟังยืนห่างจากลำโพงเป็นสองเท่าของระยะทางเดิม จงหาว่าผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงลดลงกี่เดซิเบล กำหนดให้ $\log 2 = 0.3$, $\log 3 = 0.5$ (มข.51)
 - ก. 6.0
 - ข. 4.0
 - ค. 3.0
 - ง. 2.0
7. เมื่อยิงปืน 1 นัด ทำให้เกิดเสียงที่มีความเข้มเสียง 20 เดซิเบล ถ้าต้องการทำให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 40 เดซิเบล จะต้องยิงปืนพร้อมกันกี่กระบอก (มข.50)
 - ก. 2
 - ข. 10
 - ค. 20
 - ง. 100
8. ความเข้มเสียง 18×10^{-7} วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นระดับความเข้มเสียงกี่เดซิเบล กำหนดให้ $\log 2 = 0.3010$, $\log 3 = 0.4771$ (มข.52)
 - ก. 5.26
 - ข. 50
 - ค. 52.6
 - ง. 62.6

9. แดงเห็นดอกไม้ไฟระเบิดอยู่เหนือศีรษะของเขาในระยะ 10 เมตรพอดี ในขณะที่เดียวกัน ถ้าดำยืนห่างจากแดง บนพื้นราบเดียวกันไปตามแนวราบเป็นระยะ 24 เมตร เขาจะได้ยินเสียงดอกไม้ไฟระเบิดด้วยความเข้มเสียงเป็นกี่เท่าที่แดงได้ยิน(มข.52)

ก. 25 : 169

ข. 25 : 144

ค. 5 : 13

ง. 5 : 12

10. เมื่อเรายืนห่างจากกำเนิดเสียงคงตัว 10 เมตร เราได้ยินเสียงด้วยระดับเสียงความเข้ม 50 เดซิเบล ถ้าเราเดินเข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงจนเหลือระยะห่าง 1 เมตร จะได้ยินเสียงดังกี่เดซิเบล(มข.53)

ก. 52

ข. 70

ค. 500

ง. 5000

11. แดงยืนห่างจากลำโพง 40 เมตร จะพอดีได้ยินเสียงจากลำโพง ถ้าเขาเดินเข้าไปยืนที่ตำแหน่งห่างจากลำโพง 10 เมตร จะได้ยินเสียงด้วยค่าความเข้มเสียงกี่วัตต์/ตารางเมตร(มข.54)

ก. 2×10^{-12}

ข. 4×10^{-12}

ค. 8×10^{-12}

ง. 16×10^{-12}

12. แหล่งกำเนิดเสียงกำลัง 220 วัตต์ กระจายเสียงออกโดยรอบอย่างสม่ำเสมอ จงหาความเข้มของเสียงที่จุดซึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 100 เมตร ถ้าการแพร่ของคลื่นเสียงในช่วง 100 เมตร พลังงานเสียงถูกดูดกลืนไป 10 % (entrance'41)

ก. $7.9 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$

ข. $9.0 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$

ค. $15.8 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$

ง. 18.0×10^{-4}

W/m^2

13. กำหนดให้ความเข้มเสียงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับกำลังสองของค่าแอมพลิจูด จงวิเคราะห์ว่าแอมพลิจูดจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณในข้อใด ถ้า x เป็นระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง (entrance'42)

ก. $1/x$

ข. $1/x^2$

ค. x

ง. x^2

14. ณ จุดหนึ่ง เสียงจากเครื่องจักรมีระดับความเข้มเสียงวัดได้ 50 เดซิเบล จงหาความเข้มเสียงจากเครื่องจักร ณ จุดนั้น กำหนดให้ความเข้มเสียงที่เริ่มได้ยินเป็น 10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตร (entrance'43)

ก. 10^{-5} W/m^2

ข. 10^{-7} W/m^2

ค. 10^{-9} W/m^2

ง. 10^{-17} W/m^2

15. ในการทดลองเรื่องความเข้มของเสียง วัดความเข้มเสียงที่ตำแหน่งที่อยู่ห่างไป 10 เมตร จากลำโพงได้ 1.2×10^{-2} วัตต์ต่อตารางเมตร ความเข้มเสียงที่ตำแหน่ง 30 เมตร จากลำโพงจะเป็นเท่าใด (entrance'44)

ก. $1.1 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$

ข. $0.6 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$

ค. $0.4 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$

ง. $0.13 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$

16. ระดับความเข้มเสียงในโรงงานแห่งหนึ่งมีค่า 80 เดซิเบล คนงานผู้หนึ่งใส่เครื่องครอบหู ซึ่งสามารถลดระดับความเข้มลงเหลือ 60 เดซิเบล เครื่องดังกล่าวลดความเข้มเสียงลงกี่เปอร์เซ็นต์ (entrance'44)

ก. 80 %

ข. 88 %

ค. 98 %

ง. 99 %

17. เครื่องเจาะถนนเครื่องหนึ่งอยู่ห่างจากนาย ก 10 เมตร เขาวัดระดับความเข้มได้เป็น 90 เดซิเบล ถ้ามีเครื่องเจาะสามเครื่องที่เหมือนกันทุกประการอยู่ห่างจากเขา 10 เมตร เท่ากัน เมื่อเครื่องเจาะทั้งสามทำงานพร้อมกัน เขาจะวัดระดับความเข้มเสียงได้เป็นเท่าใด (entrance'45)

ก. 93 dB

ข. 95 dB

ค. 120 dB

ง. 270 dB

18. ลำโพงตัวหนึ่งให้เสียงที่มีความเข้ม I_0 ที่ระยะห่างจากลำโพง 10 เมตร ถ้าต้องการเสียงความเข้ม $2I_0$ จะต้องไปอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งห่างจากลำโพงเท่าใด (entrance'45)

ก. 5 m

ข. 7 m

ค. 14 m

ง. 20 m

19. ระดับความเข้มเสียงที่ระยะ 3 เมตร ห่างจากแหล่งกำเนิดวัดได้ 120 เดซิเบล จงหาว่าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงนี้เท่าไร จึงจะวัดระดับความเข้มเสียงได้ 100 เดซิเบล (entrance'47)

ก. 3.6 m

ข. 4.3 m

ค. 10.8 m

ง. 30.0 m

20. ลำโพง A และ B มีกำลังเสียง 1.0 และ 4.0 วัตต์ ตามลำดับ ระดับความเข้มเสียงที่ตำแหน่งห่างจาก A เท่ากับ 2 เมตร กับระดับความเข้มเสียงที่ตำแหน่งห่างจาก B เท่ากับ 4 เมตร ต่างกันกี่เดซิเบล (ในการวัดระดับความเข้มเสียงนั้นทำคนละเวลา) (entrance'47)

ก. 0

ข. 3

ค. 12

ง. 30

21. คลื่นเสียงถูกส่งออกจากแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นจุด กำลังเสียงที่ส่งออกไปมีค่า 3.14 วัตต์ ผู้ฟังได้ยินระดับความเข้มเสียงเป็น 80 เดซิเบล จงหาระยะห่างระหว่างผู้ฟังกับแหล่งกำเนิดเสียง (entrance'48)

ก. 25 m

ข. 50 m

ค. 100 m

ง. 180 m

22. ระดับเสียงจากการทำงานของเครื่องจักร 5 เครื่อง มีค่าเป็น 100 เดซิเบล ถ้าเดินเครื่องจักร เพียง 1 เครื่อง ระดับเสียงจะเป็นเท่าใด (A-net มีนา 50)

- ก. 93 dB ข. 83 dB ค. 60 dB ง. 20 dB

23. เมื่อวัดระดับความเข้มเสียง ณ จุดห่างจากเครื่องบินเจต 30 m สามารถวัดได้ 160 dB ถ้าย้ายจุดวัด เป็นอีกจุดหนึ่ง สามารถวัดความเข้มเสียงได้ 120 dB ถามว่า จุดใหม่ที่ทำการวัดความเข้มเสียงอยู่ห่าง จากเครื่องบินเป็นระยะทางเท่าไร (พื้นฐานวิศวะฯ)

- ก. 60 m ข. 300 m ค. 1,600 m ง. 3,000 m

24. หน้าต่างเป็นรูปช่องวงกลม มีพื้นที่ 2 ตารางเมตร มีแหล่งกำเนิดเสียงหันมาตรงหน้าต่างพอดี เมื่อวัด ระดับความเข้มเสียงที่ผ่านช่องหน้าต่างนี้ได้เท่ากับ 100 เดซิเบล จงหากำลังของเสียงที่ผ่านหน้าต่าง ช่องนี้เป็นกี่วัตต์ (รับตรง มช.)

- ก. 0.01 ข. 0.02 ค. 2 ง. 10

25. สมมติว่ายุงตัวหนึ่งๆ โดยเฉลี่ยแล้วเวลาบินทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ที่มีกำลัง 3.14×10^{-14} วัตต์ ขณะที่ยุง บินจากระยะไกลเข้าหาเด็กคนหนึ่ง เด็กคนนี้จะเริ่มได้ยินเสียงยุง เมื่อยุงอยู่ที่ระยะห่างจากเขาก็ เซนติเมตร ถ้าเสียงเบาที่สุดที่เขาสามารถได้ยินมีความเข้ม 10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตร (รับตรง มช.)

- ก. 5 ข. 10 ค. 25 ง. 40

[illegible]

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

1. การที่ได้ยินเสียงดัง เสียงเบา ขึ้นอยู่กับกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง ถ้าระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเท่ากัน
2. ความเข้มเสียงที่ได้ยินเท่าเดิม แต่ระดับเสียงที่ได้ยินจะไม่เท่ากัน
3. เพราะเสียงทุ้ม เสียงแหลม เกิดจากความถี่ที่แตกต่างกัน ความถี่ต่ำจะได้ยินเสียงทุ้ม ความถี่สูงจะได้ยินเสียงแหลม
4. เป็นอันตรายต่อหู ถ้าฟังติดต่อกันนานๆจะทำให้การรับฟังของผู้ฟังผิดปกติ
5. สามารถได้เริ่มได้ยินเสียงที่ระดับเสียง 0 เดซิเบล และคนเราสามารถฟังเสียงได้มากที่สุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อหู คือระดับเสียงที่ 120 เดซิเบล

เฉลยใบงานที่ 1_2

1. ง. ข้อ 1, 2 และ 3
2. ค. โรงงานอุตสาหกรรมเปิดเครื่องจักรที่มีระดับเสียง 90 เดซิเบล ได้โดยที่คนงานไม่เป็นอันตราย
3. ก. ความถี่ของเสียง
4. ค. ต้นกำเนิดเสียง หู ตั๊กกลาง
5. ก. เสียงก้องถึงหูเร็วกว่าที่หูจะแยกเสียงได้
6. ก. 6.0
7. ง. 100
8. ง. 62.6
9. ก. 25 : 169
10. ข. 70
11. ง. 16×10^{-12}
12. ค. $15.8 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$
13. ก. $1/x$
14. ข. 10^{-7} W/m^2
15. ง. $0.13 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$
16. ง. 99 %
17. ข. 95 dB
18. ข. 7 m
19. ง. 30.0 m
20. ก. 0
21. ข. 50 m
22. ก. 93 dB
23. ง. 3,000 m
24. ข. 0.02
25. ก. 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1_3

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ระดับเสียง

จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับเสียงคู่แปด คุณภาพของเสียงและการได้ยิน และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้

2. สาระสำคัญ

ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง ซึ่งความถี่ของเสียงต่างๆ แหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ จะให้เสียงที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่ต่างกัน เรียกว่ามีคุณภาพของเสียงต่างกัน เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุดกระตุ้น วัตถุจะยังคงสั่นต่อไปด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ ปรากฏการณ์ที่มีแรงทำให้วัตถุสั่นเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น ทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดของการสั่นกว้างที่สุด เรียกว่า การสั่นพ้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียงได้ (K)
2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า แหล่งกำเนิดเสียงต่างกันจะให้เสียงต่างกันเพราะมีคุณภาพของเสียงต่างกันได้ (K)
3. นักเรียนสามารถอธิบายและยกตัวอย่างความถี่ธรรมชาติได้ (K)
4. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการสั่นหรือแกว่งของวัตถุที่ถูกบังคับให้สั่นหรือแกว่งด้วยแรงภายนอกที่มีความถี่ต่างๆกันได้ (P)
5. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

เสียงดนตรีคือเสียงที่ไพเราะน่าฟังเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงอย่างมีระเบียบแบบแผนทำให้ได้คลื่นเสียงที่เป็นระเบียบไพเราะน่าฟัง ต่างจากเสียงรบกวนซึ่งรวมกันแบบไม่มีระเบียบทำให้ได้คลื่นที่ไม่ไพเราะฟังแล้วเกิดรำคาญใจ

ระดับเสียง (pitch) หมายถึง เสียงที่มีความยาวคลื่นและความถี่ต่างกัน ความถี่ของเสียงเป็นตัวบอกระดับเสียงคือ ความถี่มากมีระดับเสียงสูง(เสียงแหลม) ความถี่น้อยมีระดับเสียงต่ำ(เสียงทุ้ม) ช่วงความถี่ 20 - 20000 เฮิรตซ์ เป็นช่วงความถี่ที่มนุษย์เราสามารถได้ยินได้ โดยความถี่ที่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ ลงไปเรียกว่า คลื่นใต้เสียง(Infra Sound) ความถี่ที่สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์ ขึ้นไปเรียกว่า คลื่นเหนือเสียง(Ultra Sound)

คุณภาพของเสียง (quality) หมายถึง ลักษณะของเสียงที่เราได้ยิน เมื่อเราฟังเสียงจากเครื่องดนตรีต่างชนิดกันที่เล่นเพลงเดียวกัน แต่เราสามารถแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินนั้นมาจากดนตรีประเภทใด การที่เราสามารถแยกลักษณะของเสียงได้นั้นเพราะว่าคลื่นเสียงทั้งสองมีคุณภาพของเสียงต่างกัน ซึ่งคุณภาพเสียงเป็นลักษณะเฉพาะของแหล่งกำเนิดเสียง

ความถี่ธรรมชาติ(natural frequency) หมายถึง ความถี่ของการสั่นของวัตถุซึ่งเกิดขึ้นจากการรบกวนวัตถุนั้น หรือการให้พลังงานกับวัตถุนั้น ซึ่งพลังงานที่ให้แก่วัตถุจะทำให้วัตถุเกิดการสั่นเราเรียกว่าความถี่ธรรมชาติโดยขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่างของวัตถุนั้น ๆ

การสั่นพ้อง (Resonance) คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อใส่พลังงานให้กับวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติถ้าความถี่ของพลังงานที่ให้แก่วัตถุมีความถี่เท่ากับความถี่ของการสั่นตามธรรมชาติของวัตถุนั้น เป็นผลทำให้วัตถุนั้นรับพลังงานรับพลังงานเข้าไปได้ดีที่สุดจึงทำให้วัตถุนั้นสั่นด้วยแอมพลิจูดที่มากขึ้น การสั่นจะรุนแรงมากขึ้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ (55 นาที)

1. ครูสาธิตเรื่องระดับสูงต่ำของเสียงดนตรี โดยใช้กิจกรรมคือการนำขวดหรือแก้วน้ำที่ใส่น้ำระดับไม่เท่ากัน แล้วให้นักเรียนทำนายว่า “เมื่อเคาะขวดหรือแก้วน้ำที่มีปริมาณน้อย จะมีเสียงสูงหรือเสียงต่ำ” (น้ำน้อยเสียงสูง/เสียงแหลม)
2. ครูสาธิตโดยการเคาะขวดหรือแก้ว โดยเริ่มจากขวดหรือแก้วที่มีน้ำปริมาณน้อยก่อน แล้วเคาะขวดหรือแก้วถัดไป
3. ครูถามนักเรียนว่า “จากที่ครูสาธิตให้นักเรียนสังเกตเห็นว่าเมื่อเคาะขวดหรือแก้วน้ำที่มีปริมาณน้อย เสียงที่ได้ยิน ตรงกับที่เราทำนายไว้ตอนแรกหรือไม่” (เหมือนกัน คือ เมื่อเคาะขวดหรือแก้วน้ำที่มีปริมาณน้อย จะมีเสียงสูงหรือเสียงแหลม)
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี และตามแบบเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ม.5 หน้า 80 - 86

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นสำรวจและค้นหา (55 นาที)

1. ครูนำชุดทดลองเรื่องความถี่ธรรมชาติมาสาธิตให้นักเรียนดูก่อนทำการศึกษา เรื่องความถี่ธรรมชาติ
2. ครูให้นักเรียนทำนายว่า “การแกว่งของลูกตุ้มเล็กแต่ละลูกจะเคลื่อนที่อย่างไร เมื่อแกว่งลูกตุ้มลูกใหญ่” (...หลายคำตอบ เช่น แกว่งไม่เท่ากันสักลูก, แกว่งเท่ากันหมด, มีสองลูกที่ความยาวเชือกเท่ากัน แกว่งไปพร้อมกัน...) โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1_3 เรื่องความถี่ธรรมชาติ ตอนที่ 1
3. ครูให้นักเรียนทำการทดลองแกว่งลูกตุ้ม แล้วสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม จากนั้นบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ลงในใบกิจกรรมที่ 1_3 เรื่องความถี่ธรรมชาติ ตอนที่ 2

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นอภิปราย (45 นาที)

1. ครูให้นักเรียนอธิบายว่า สิ่งที่ทำนายไว้กับผลที่ได้จากการทดลองเหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร (...เหมือนกัน/แตกต่างกัน...) โดยบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ลงในใบกิจกรรมที่ 1_3 เรื่อง ความถี่ธรรมชาติ ตอนที่ 3
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี และตามแบบเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ม.5 หน้า 86 - 89

ขั้นขยายความรู้ (25 นาที)

1. นักเรียนยกตัวอย่างที่อธิบายถึงความถี่ธรรมชาติ

ชั่วโมงที่ 4

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องความถี่มูลฐาน
3. นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง ความถี่ธรรมชาติ

ขั้นประเมิน (40 นาที)

1. นักเรียนทำใบงานที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี
2. ครูเดินดูนักเรียนทั่วห้อง ให้คำปรึกษาเป็นกลุ่ม จนนักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 1_3 เสร็จสมบูรณ์ถูกต้อง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ในใบงานที่ 1_3
4. ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือในห้องสมุด และทางอินเทอร์เน็ต

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.)
2. ใบความรู้ เรื่อง เสียงดนตรี
3. ใบงานที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี
4. ใบกิจกรรมที่ 1_3 เรื่อง ความถี่ธรรมชาติ
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เสียงดนตรี ได้แก่
 - <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/290-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%96%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%98%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87?groupid=130>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/blog-page.html>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/6.html>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-ตรวจใบงานที่ 1_3	-ใบงานที่ 1_3	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการ คำนวณ (P)	-ตรวจใบกิจกรรมที่ 1_3 ความถี่ธรรมชาติ	-ใบกิจกรรมที่ 1_3 ความถี่ธรรมชาติ	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สังเกต	การสังเกต	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบงาน คะแนนทั้งหมด 10 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
2	ตอบถูกทั้งหมด
1	ตอบถูกบางส่วน
0	ตอบผิด
7 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 3 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
2 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี

เสียงดนตรีคือเสียงที่ไพเราะน่าฟังเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงอย่างมีระเบียบ
แบบแผนทำให้ได้คลื่นเสียงที่เป็นระเบียบไพเราะน่าฟัง ต่างจากเสียงรบกวนซึ่งรวมกันแบบ
มั่วๆทำให้ได้คลื่นที่ไม่ไพเราะฟังแล้วเกิดรำคาญใจ



เสียงรบกวน (บน) เสียงดนตรี (ล่าง)

ระดับสูงต่ำของเสียง

ระดับเสียง (pitch) หมายถึง เสียงที่มีความยาวคลื่นและความถี่ต่างกัน ความถี่ของเสียงเป็นตัวบอก
ระดับเสียงคือ ความถี่มากมีระดับเสียงสูง(เสียงแหลม) ความถี่น้อยมีระดับเสียงต่ำ(เสียงทุ้ม) ช่วงความถี่ 20 -
20000 เฮิรตซ์ เป็นช่วงความถี่ที่มนุษย์เราสามารถได้ยินได้ โดยความถี่ที่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ ลงไปเรียกว่า คลื่น
ใต้เสียง(Infra Sound) ความถี่ที่สูงกว่า 20000 เฮิรตซ์ ขึ้นไปเรียกว่า คลื่นเหนือเสียง(Ultra Sound) ซึ่งมนุษย์
เรารับฟังเสียงได้ในช่วงความถี่หนึ่งเท่านั้น สำหรับสัตว์อื่นๆ ก็เช่นเดียวกัน คือ จะได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่ง
ซึ่งช่วงความถี่ที่สัตว์แต่ละชนิดได้ยินก็จะแตกต่างกันไป นอกจากนี้แล้วแหล่งกำเนิดเสียงแต่ละแหล่งก็ให้เสียง
ได้ในช่วงความถี่ต่างกัน เช่น คน สามารถเปล่งเสียงได้ในช่วงความถี่ 85 - 1100 เฮิรตซ์ แมวสามารถเปล่งเสียง
ได้ในช่วงความถี่ 760 - 1500 เฮิรตซ์ การจัดแบ่งระดับเสียงทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่แพร่หลายที่สุดคือ แบ่งเป็น
ระดับเสียงดนตรี ดังแสดงในตาราง

ระดับเสียงดนตรี	C(โด)	D(เร)	E(มิ)	F(ฟา)	G(ซอล)	A(ลา)	B(ที)	C' (โด)
ความถี่(เฮิรตซ์)	256	288	320	341	384	427	480	512

แสดงการแบ่งระดับเสียงดนตรีในทางวิทยาศาสตร์

ระดับเสียงดนตรี	C(โด)	D(เร)	E(มิ)	F(ฟา)	G(ซอล)	A (ลา)	B (ที)	C'(โด)
ความถี่(เฮิรตซ์)	261.6	293.7	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9	523.3

แสดงการแบ่งระดับเสียงดนตรีในทางดนตรีศาสตร์

จากตาราง แบ่งระดับเสียงดนตรีในทางวิทยาศาสตร์ เสียงโด(C) ความถี่เสียง 256 Hz แล้วไล่ลำดับ
เสียงความถี่สูงขึ้นไปจนครบ 7 ระดับเสียงที่เสียง ที(B) แล้วขึ้นเสียงโด (C') ซึ่งมีความถี่เสียง 512 Hz เป็น
รอบต่อไป จะเห็นว่าเสียง C' (512 Hz) มีความถี่เสียงเป็น 2 เท่าของ C (256 Hz) เรียกเสียงคู่นี้ว่า **เสียงคู่แปด**
ซึ่งเป็นระดับเสียงที่ห่างกัน 8 ตัวพอดิ เสียงคู่แปดยังมีคู่อื่นๆที่เป็นเสียงเดียวกัน แต่ความถี่เป็น 2 เท่า เช่น D
(เร) มีความถี่ 288 เฮิรตซ์ กับ D' (เร) ที่มีความถี่ 576 เฮิรตซ์ ฯลฯ

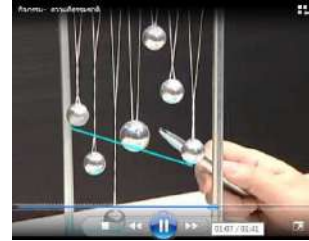
คุณภาพของเสียง

คุณภาพของเสียง (quality) หมายถึง ลักษณะของเสียงที่เราได้ยิน เมื่อเราฟังเสียงจากเครื่องดนตรี
ต่างชนิดกันที่เล่นเพลงเดียวกัน แต่เราสามารถแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินนั้นมาจากดนตรีประเภทใด การที่เรา
สามารถแยกลักษณะของเสียงได้นั้นเพราะว่าคลื่นเสียงทั้งสองมีคุณภาพของเสียงต่างกัน ซึ่งคุณภาพเสียงเป็น

ลักษณะเฉพาะของแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อพิจารณาแหล่งกำเนิดเสียงแต่ละอย่างพบว่าเสียงเกิดขึ้นพร้อมกันหลายความถี่ ความถี่ต่ำสุดที่เกิดขึ้นเรียกว่า **ความถี่มูลฐาน** ของแหล่งกำเนิดนั้น สำหรับความถี่อื่นๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมกันแต่มีความถี่เป็นจำนวนเท่าของความถี่มูลฐานเราเรียกว่า **ฮาร์โมนิก** โดยคุณภาพของเสียงสามารถบอกได้ด้วยองค์ประกอบของฮาร์โมนิกที่ผสมกันอย่างลงตัว และความเข้มของเสียงในแต่ละฮาร์โมนิก

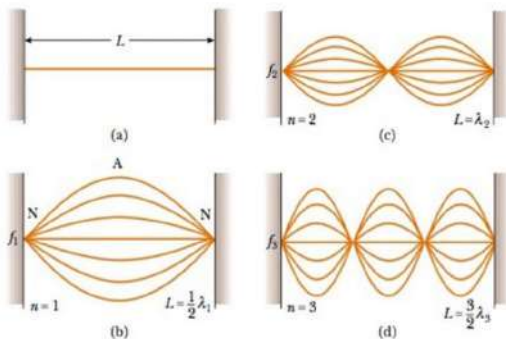
ความถี่ธรรมชาติ

ความถี่ธรรมชาติ(natural frequency) หมายถึง ความถี่ของการสั่นของวัตถุซึ่งเกิดขึ้นจากการรบกวนวัตถุนั้น หรือการให้พลังงานกับวัตถุนั้น ซึ่งพลังงานที่ให้แก่วัตถุจะทำให้วัตถุเกิดการสั่นเราเรียกว่าความถี่ธรรมชาติโดยขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่างของวัตถุนั้นๆ วัตถุขนาดใหญ่ มีความถี่ธรรมชาติต่ำ



การสั่นพ้อง

การสั่นพ้อง (Resonance) คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อใส่พลังงานให้กับวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติถ้าความถี่ของพลังงานที่ให้แก่วัตถุมีความถี่เท่ากับความถี่ของการสั่นตามธรรมชาติของวัตถุนั้น เป็นผลทำให้วัตถุนั้นรับพลังงานรับพลังงานเข้าไปได้ดีที่สุดจึงทำให้วัตถุนั้นสั่นด้วยแอมพลิจูดที่มากขึ้น การสั่นจะรุนแรงมากขึ้น



กรณีคลื่นในเส้นเชือก จากรูปจะให้ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับความยาวของเส้นเชือกดังสมการ

$$\lambda = \frac{2L}{n} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

ความถี่ของการสั่นจะสอดคล้องกับความถี่ธรรมชาติของเส้นเชือกที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง ซึ่งมีได้หลายความถี่ดังสมการ

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{nv}{2L} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

โดยค่าสูงสุด(n_{max}) ของลำดับฮาร์โมนิกที่ n ที่หูของมนุษย์เราได้ยิน หาได้จากความสัมพันธ์ดังสมการ

$$n_{max} = f_{max} / f_n \quad \text{เมื่อ } f_{max} \text{ มีค่าเท่ากับ } 20,000 \text{ Hz}$$

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1_3 เรื่อง ความถี่ธรรมชาติ

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ทำนายสิ่งที่จะเกิด: การแกว่งของลูกตุ้มเล็กแต่ละลูกจะเคลื่อนที่อย่างไร เมื่อแกว่งลูกตุ้มลูกใหญ่

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่สังเกตได้

ลักษณะ \ ลูก	ลูกตุ้มใหญ่	ลูกตุ้มเล็ก1	ลูกตุ้มเล็ก2	ลูกตุ้มเล็ก3	ลูกตุ้มเล็ก4	ลูกตุ้มเล็ก5
ความกว้างของช่อง การแกว่งของลูกตุ้ม						
ความยาวของลูกตุ้ม						

อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น: สิ่งที่ทำนายไว้กับสิ่งที่สังเกตได้ เหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. อธิบายความหมายของ คู่แปด ของเสียง

.....
.....
.....
.....

2. คุณภาพเสียง บอกได้ด้วยปริมาณใดของเสียง (KKU'51)

.....
.....
.....
.....

3. เล่นไวโอลินและกีตาร์ด้วยเสียง A ความถี่ 440 เฮิรตซ์ แต่เสียงที่ออกมาจากเครื่องดนตรีทั้งสองมี
คุณภาพเสียงต่างกัน เป็นเพราะเหตุใด

.....
.....
.....
.....

4. ความถี่ต่ำสุดที่เกิดจากเครื่องดนตรีชนิดหนึ่งเรียกว่าอะไร

.....
.....
.....
.....

5. เพราะเหตุใดเครื่องดนตรีที่มีขนาดใหญ่ จึงให้ระดับเสียงต่ำกว่าเครื่องดนตรีประเภทเดียวกันที่ขนาดเล็กกว่า เช่น กลองใบใหญ่กับกลองใบเล็ก

.....
.....
.....
.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1_3 เรื่อง ความถึธรรมชาติ

ทำนายสิ่งที่จะเกิด: การแกว่งของลูกตุ้มเล็กแต่ละลูกจะเคลื่อนที่อย่างไร เมื่อแกว่งลูกตุ้มลูกใหญ่

ตอบ เมื่อแกว่งลูกตุ้มขนาดใหญ่จะทำให้ลูกตุ้มเล็กที่เหลือแกว่งตามด้วย ซึ่งลูกตุ้มเล็กแต่ละลูกจะแกว่งไม่พร้อมกัน โดยลูกที่มีความยาวเท่ากันจะแกว่งไปพร้อมกัน แต่ลูกตุ้มที่เหลือจะแกว่งไม่พร้อมกัน ขึ้นอยู่กับความยาวของลูกตุ้มแต่ละลูก โดยความยาวมาก จะมีช่องการแกว่งกว้าง ความยาวน้อย ช่องของการแกว่งก็น้อยด้วย

สิ่งที่สังเกตได้

ลักษณะ \ ลูก	ลูกตุ้มใหญ่	ลูกตุ้มเล็ก1	ลูกตุ้มเล็ก2	ลูกตุ้มเล็ก3	ลูกตุ้มเล็ก4	ลูกตุ้มเล็ก5
ช่องกว้างของการแกว่งลูกตุ้ม	กว้างที่สุด ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4	ลำดับที่ 5	ลำดับที่ 6
ความยาวของเชือกที่แขวนลูกตุ้ม	ลำดับที่ 2	ยาวที่สุด ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4	ลำดับที่ 5	ลำดับที่ 6

****หมายเหตุ** แต่ละกลุ่มตำแหน่งของลูกตุ้มที่มีความยาวแต่ละระดับวางไว้ต่างตำแหน่งกัน ข้อมูลในตารางเป็นเพียงการสมมติ

อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น: สิ่งที่ทำนายไว้กับสิ่งที่สังเกตได้ เหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร

ตอบ เหมือนกัน คือ เมื่อแกว่งลูกตุ้มขนาดใหญ่จะทำให้ลูกตุ้มเล็กที่เหลือแกว่งตามด้วย ซึ่งลูกตุ้มเล็กแต่ละลูกจะแกว่งไม่พร้อมกัน โดยลูกที่มีความยาวเท่ากันจะแกว่งไปพร้อมกัน แต่ลูกตุ้มที่เหลือจะแกว่งไม่พร้อมกัน ขึ้นอยู่กับความยาวของลูกตุ้มแต่ละลูก โดยความยาวมาก จะมีช่องการแกว่งกว้าง ความยาวน้อย ช่องของการแกว่งก็น้อยด้วย

เฉลยใบงานที่ 1_3 เรื่อง เสียงดนตรี

1. อธิบายความหมายของ เสียงคู่แปด

ตอบ หมายถึงเสียงที่ 8 ของเสียงนั้น เช่นเสียงที่ 1 เป็นเสียง D ความถี่เสียงของเสียง D คือ 256 Hz นับต่อไปถึงเสียงที่ 8 นั่นก็คือเสียง D' ซึ่งความถี่ของเสียง D' คือ 512 Hz ซึ่งเป็น สองเท่าของความถี่เสียงแรก ดังนั้น เสียง D กับ D' เป็นเสียงคู่แปดกัน

2. คุณภาพเสียง บอกได้ด้วยปริมาณใดของเสียง (KKU'51)

ตอบ องค์ประกอบฮาร์โมนิคของเสียงที่ผสมกันอย่างลงตัว

3. เล่นไวโอลินและกีตาร์ด้วยเสียง A ความถี่ 440 เฮิรตซ์ แต่เสียงที่ออกมาจากเครื่องดนตรีทั้งสองมีคุณภาพเสียงต่างกัน เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ เพราะจำนวนฮาร์โมนิค และความเข้มเสียงในแต่ละฮาร์โมนิคของเสียงจากไวโอลินและกีตาร์แตกต่างกัน เป็นผลทำให้เกิดคลื่นรวมกันที่มีลักษณะแตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า เครื่องดนตรีทั้งสองมีคุณภาพต่างกัน

4. ความถี่ต่ำสุดที่เกิดจากเครื่องดนตรีชนิดหนึ่งเรียกว่าอะไร

ตอบ ความถี่มูลฐาน หรือฮาร์โมนิคที่ 1

5. เพราะเหตุใดเครื่องดนตรีที่มีขนาดใหญ่ จึงให้ระดับเสียงต่ำกว่าเครื่องดนตรีประเภทเดียวกันที่ขนาดเล็กกว่า เช่น กลองใบใหญ่กับกลองใบเล็ก

ตอบ เพราะกลองใบใหญ่ใหญ่มีมวลมาก จึงทำให้วัตถุสั่นได้ยากกว่ากลองใบเล็กมีมวลน้อยกว่า ความถี่ธรรมชาติของกลองใบใหญ่ มีค่าน้อยกว่าความถี่ธรรมชาติของกลองใบเล็ก ดังนั้นกลองใบใหญ่จึงให้ระดับเสียงต่ำกว่าใบเล็ก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1_4

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในอากาศ, การบีตส์และคลื่นนิ่ง

จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

มาตรฐานการเรียนรู้

• วิทยาศาสตร์ (Science)

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

• การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

• คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การบูรณาการความรู้กับวิศวกรรมศาสตร์

• วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

การบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints and criteria) ที่กำหนด

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์บางอย่างของเสียง ได้แก่ บีตส์ การสั่นพ้อง ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้

2. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ที่มีแรงกระทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่ง โดยความถี่ของแรงที่กระทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่งนั้น เท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น ทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดของการสั่นกว้างที่สุด เรียกว่าการสั่นพ้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายปิดได้ (K)
2. นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อหาค่าความยาวคลื่นเสียงในอากาศโดยอาศัยปรากฏการณ์การสั่นพ้องได้ (P)
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาค่าคำตอบเกี่ยวกับการสั่นพ้องและบีตส์ได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สารการเรียนรู้

การกำทอนหรือการสั่นพ้อง (Resonance) คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อใส่พลังงานให้กับวัตถุซึ่งทำให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่ง โดยที่ความถี่ของพลังงานหรือแรงที่มากระทำทำให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่งนั้น เท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น มีผลทำให้วัตถุนั้นเกิดการสั่นหรือแกว่งและรุนแรงกว่าปกติ ตัวอย่างการสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้องของชิงช้า, ของแก้ว, คลื่นเสียงกระทบตัวเรา หรือการสั่นพ้องของสะพาน

คลื่นนิ่งของเสียง จะเกิดเมื่อคลื่นเสียง 2 ชุดใดๆ ที่มีแอมพลิจูด, ความถี่ และความเร็วเฟสเท่ากัน ซึ่งมีเฟสตรงกัน หรือต่างกันคงตัว เคลื่อนที่สวนทางกันในตัวกลางเดียวกัน คลื่นรวมที่ได้จะเป็นคลื่นนิ่ง ตัวอย่างเช่น เมื่อเปิดลำโพงให้เสียงเคลื่อนที่ไปกระทบกับพื้นโต๊ะ เสียงจะสะท้อนจากพื้นโต๊ะกลับมา ซึ่งเสียงที่สะท้อนจากโต๊ะกลับมานี้จะมีความถี่เท่ากับเสียงที่ตกกระทบพื้น โดยเสียงสะท้อนนี้จะซ้อนทับกับเสียงที่ออกจากลำโพงโดยตรง ทำให้เกิดการแทรกสอดที่มีลักษณะเป็นคลื่นนิ่งได้โดยเราจะได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกัน

บีตส์(Beat) ของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียง 2 ชุดใดๆ ที่มีความถี่ต่างกันไม่มาก จากแหล่งกำเนิดเสียงประเภทเดียวกัน หรือคนละประเภทก็ได้ เคลื่อนที่มาแทรกสอดกัน จะเป็นเสียงที่ดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะคงตัว

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

1. ครูเตรียมขวด 2 ใบ ที่มีระดับน้ำต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนเป่าลมผ่านปากขวด เพื่อฟังเสียงที่ดังขึ้น โดยเสียงจากขวดทั้งสองใบจะมีระดับสูงต่ำของเสียงที่ต่างกัน (Science)
2. ครูถามนักเรียนว่า “ทำไมจึงยินเสียงจากขวดทั้งสองใบจึงมีระดับสูงต่ำของเสียงต่างกัน” จากนั้นครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน ตอบคำถาม ครูยังไม่เฉลยคำตอบ เพื่อให้นักเรียนสืบค้นหาคำตอบของคำถามจากการทดลอง (Science)

ขั้นสำรวจและค้นหา (95 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
2. นักเรียนทำการทดลองที่ 10.3 ตามแบบเรียนในหน้า 89 – 90 แล้วบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่องการสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์ (Engineering)

ชั่วโมงที่ 2

- นักเรียนทำการทดลองที่ 10.4 ตามแบบเรียนในหน้า 90 – 93 แล้วบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในใบกิจกรรมที่ 5.2 เรื่องการวัดความยาวคลื่นเสียง (Engineering)

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (55 นาที)

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยช่วยกันตอบคำถามในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.) ที่ว่า (Science)
 - ความดังของเสียงที่ได้ยินเมื่อเลื่อนลูกสูบไปอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
 - ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง เมื่อตำแหน่งทั้งสองอยู่ติดกัน จะเปลี่ยนไปหรือไม่ เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยน
 - ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง เมื่อตำแหน่งทั้งสองอยู่ติดกัน มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นที่คำนวณได้หรือไม่ เมื่อความถี่ของเสียงเท่ากัน
- นักเรียนสรุปผลการทดลอง ปรึกษากันภายในกลุ่ม
- ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มานำเสนอผลการทดลองที่ 10.3 และ 10.4
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลองที่ 10.3 ซึ่งควรสรุปได้ว่า เมื่อนำลำโพงไปไว้ใกล้ท่อเรโซแนนซ์ อนุภาคอากาศในท่อจะสั่นด้วยความถี่จากลำโพง เมื่อเลื่อนลำโพงไปเรื่อยๆ จะกระทั่งได้ยินเสียงดังที่สุด ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อนุภาคอากาศสั่นมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความถี่ของเสียงลำโพงมีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของลำอากาศในท่อพอดี ทำให้เกิดการสั่นพ้อง
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลองที่ 10.4 ซึ่งควรสรุปได้ว่า เมื่อเลื่อนลูกสูบออกไประยะทางระหว่างตำแหน่งติดกันของลูกสูบเมื่อได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้งจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียง

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นขยายความรู้ (25 นาที)

- นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่องการสั่นพ้องของเสียง (Technology)
- ครูถามนักเรียนว่า “สิ่งที่เกิดขึ้นที่ชายชุดขาวต้องตายก่อน เป็นเพราะเหตุใด” (เพราะความถี่ของการตีฉาบเท่ากับความถี่ธรรมชาติของคนที่ตาย)
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการเกิดบีตส์และคลื่นนิ่งของเสียงตามใบความรู้ที่ 1_4 เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในอากาศ, การบีตส์และคลื่นนิ่ง (Science)

ขั้นประเมิน (30 นาที)

1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1_4 เรื่องการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในอากาศ, การบีตส์และคลื่นนิ่ง (Mathematics)
2. ครูเดินดูนักเรียนทั่วห้อง ให้คำปรึกษาเป็นกลุ่ม จนนักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 5 เสร็จสมบูรณ์ถูกต้อง (Mathematics)
3. ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือในห้องสมุด และทางอินเทอร์เน็ต (Science, Technology)

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 1_4 เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในอากาศ, การบีตส์และคลื่นนิ่ง
3. ใบงานที่ 1_4 เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในอากาศ, การบีตส์และคลื่นนิ่ง
4. หนังสือในห้องสมุด
5. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต การสั่นพ้องของคลื่นเสียง ได้แก่ (Technology)
 - http://www.youtube.com/watch?v=lXyG68_caV4
 - <http://www.youtube.com/watch?v=3XE5qU0c5qU>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/6.html>
 - <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/290-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%96%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%98%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87?groupid=130>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-ตรวจใบงานที่ 1_4 การสั่นพ้องของคลื่น เสียงในอากาศ, การ บีตส์และคลื่นนิ่ง	-ใบงานที่ 1_4 การสั่น พ้องของคลื่นเสียงใน อากาศ, การบีตส์และ คลื่นนิ่ง	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการ ทดลอง/การคำนวณ (P)	-ตรวจใบกิจกรรมที่ 1_4 การสั่นพ้องของ อากาศในหลอดเร โซแนนซ์ -ตรวจใบกิจกรรมที่ 1_4 วัดความยาว คลื่นเสียง -ใบงานที่ 1_4 การ สั่นพ้องของคลื่นเสียง ในอากาศ, การบีตส์ และคลื่นนิ่ง	-ใบกิจกรรมที่ 1_4 การสั่นพ้องของ อากาศในหลอดเร โซแนนซ์ -ใบกิจกรรมที่ 1_4 วัด ความยาวคลื่นเสียง - ใบงานที่ 1_4 การ สั่นพ้องของคลื่นเสียง ในอากาศ, การบีตส์ และคลื่นนิ่ง	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สังเกต	การสังเกต	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 60 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
42 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 3 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
2 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

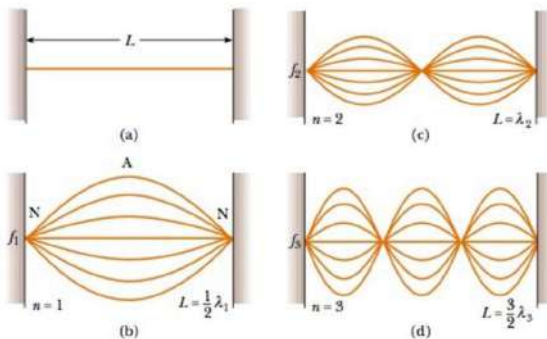
ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1_4 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง คลื่นนิ่งและบีตส์

ความถี่ของแหล่งกำเนิดที่เกิดพร้อมกันหลายความถี่ ความถี่ต่ำสุดที่เกิดขึ้นเรียกว่า **ความถี่มูลฐาน** ของแหล่งกำเนิดนั้น และความถี่ที่ถัดจากความถี่มูลฐานเรียกว่า **โอเวอร์โทน** สำหรับความถี่อื่นๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมกันแต่มีความถี่เป็นจำนวนเท่าของความถี่มูลฐานเราเรียกว่า **ฮาร์โมนิก** ซึ่งวัตถุแต่ละชนิดจะมีความถี่เฉพาะตัวในการสั่นหรือแกว่งอย่างอิสระ ที่เรียกว่า **ความถี่ธรรมชาติ**

การกำทอนหรือการสั่นพ้อง(Resonance) คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อใส่พลังงานให้กับวัตถุซึ่งทำให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่ง โดยที่ความถี่ของพลังงานหรือแรงที่กระทำทำให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่งนั้น เท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น มีผลทำให้วัตถุนั้นเกิดการสั่นหรือแกว่งและรุนแรงกว่าปกติ ตัวอย่างการสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้องของชิงช้า, ของแก้ว, คลื่นเสียงกระทบตัวเรา หรือการสั่นพ้องของสะพาน

สำหรับกรณีคลื่นในเส้นเชือก เมื่อพิจารณาเชือกที่ขึงตึง โดยปลายด้านหนึ่งติดกับเครื่องสั่น แล้วปรับเครื่องสั่นให้ความถี่จากศูนย์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดการสั่นที่มีแอมพลิจูดสูงสุดเกิดปฏิบัติและบัพ ดังรูป



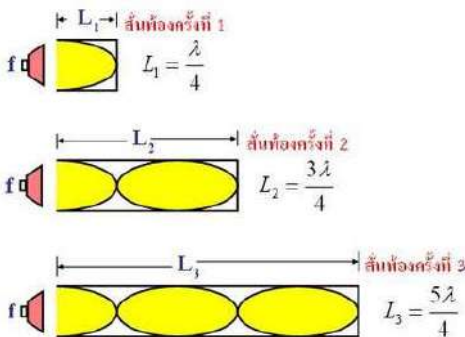
จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับความยาวของเส้นเชือก ดังสมการ

$$\lambda = \frac{2L}{n} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

ความถี่ของการสั่นที่ทำให้เกิดการสั่นพ้อง มีได้หลายความถี่ดังสมการ

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{nv}{2L} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

กรณีท่อปลายปิด เมื่อคลื่นเสียงเข้าไปในท่อปลายปิด จะทำให้อากาศในท่อสั่นสะเทือน ทำให้เกิดตำแหน่งเสียงดังและเสียงเบาสลับกัน เรียกตำแหน่งที่เกิดเสียงดังมากที่สุดว่า ตำแหน่งสั่นพ้อง ดังรูป

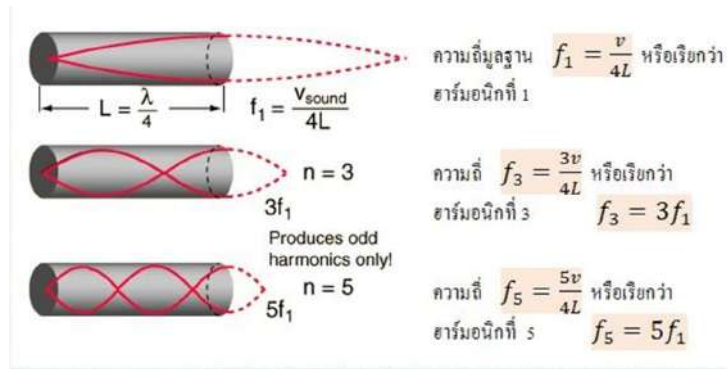


จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับความยาวของท่อปลายปิด ดังสมการ

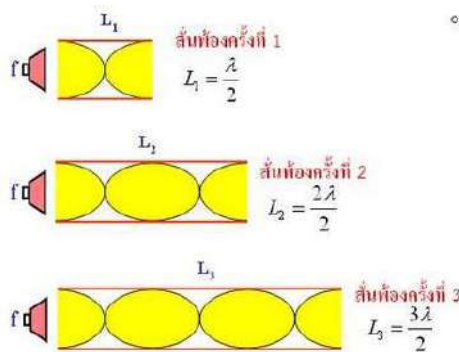
$$\lambda = \frac{4L}{2n-1} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{(2n-1)v}{4L} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

กรณีของท่อปลายปิด เมื่อนำความถี่ และฮาร์โมนิก เทียบกัน จะได้



กรณีท่อปลายเปิด เมื่อคลื่นเสียงเข้าไปในท่อปลายเปิด 2 ข้าง จะทำให้อากาศในท่อสั่นสะเทือน ทำให้เกิดตำแหน่งเสียงดังและเสียงเบาสลับกัน เรียกตำแหน่งที่เกิดเสียงดังมากที่สุดว่า ตำแหน่งสันพ้อง ดังรูป



จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับความยาวของท่อปลายเปิด ดังสมการ

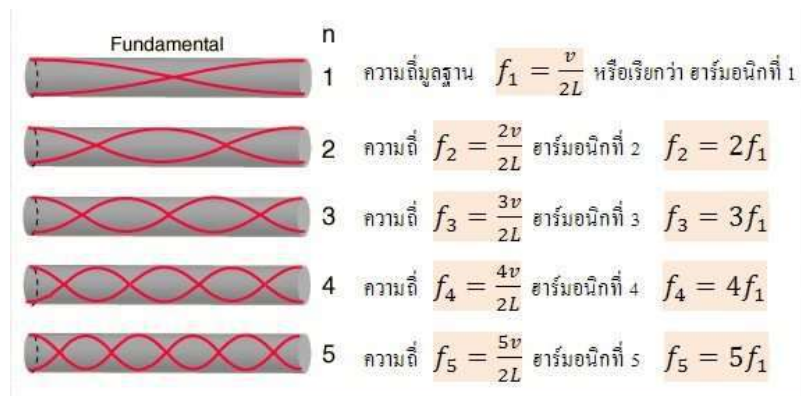
$$\lambda = \frac{2L}{n} \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

ความถี่ของการสั่นที่ทำให้เกิดการสันพ้อง มีได้หลายค่า ความถี่ ดัง สมการ

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{nv}{2L} \text{ เมื่อ } n =$$

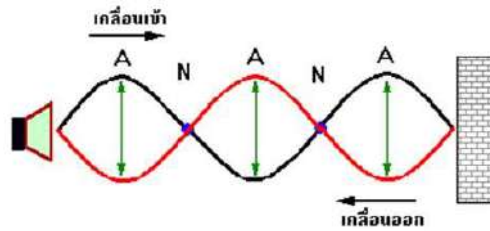
1, 2, 3, ...

กรณีของท่อปลายเปิด เมื่อนำความถี่ และฮาร์โมนิก เทียบกัน จะได้

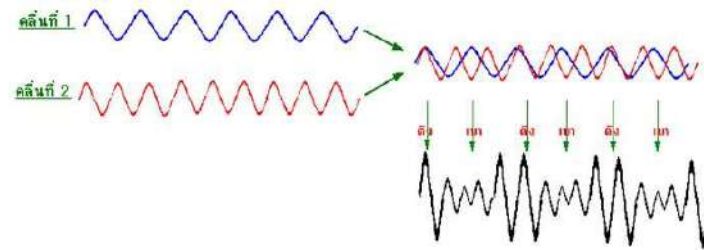


คลื่นนิ่งของเสียง จะเกิดเมื่อคลื่นเสียง 2 ชุดใดๆ ที่มีแอมพลิจูด, ความถี่ และความเร็วเฟสเท่ากัน ซึ่งมีเฟสตรงกัน หรือต่างกันคงตัว เคลื่อนที่สวนทางกันในตัวกลางเดียวกัน คลื่นรวมที่ได้จะเป็นคลื่นนิ่ง ตัวอย่างเช่น เมื่อเปิดลำโพงให้เสียงเคลื่อนที่ไปกระทบกับพื้นโต๊ะ เสียงจะสะท้อนจากพื้นโต๊ะกลับมา ซึ่งเสียงที่สะท้อนจากโต๊ะกลับมานี้จะมีความถี่เท่ากับเสียงที่ตกกระทบพื้น โดยเสียงสะท้อนนี้จะซ้อนทับกับเสียงที่ออก

จากลำโพงโดยตรง ทำให้เกิดการแทรกสอดที่มีลักษณะเป็นคลื่นนิ่งได้โดยเราจะได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกัน ดังรูป



บีตส์(Beat) ของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียง 2 ชุดใดๆ ที่มีความถี่ต่างกันไม่มาก จากแหล่งกำเนิดเสียงประเภทเดียวกัน หรือคนละประเภทก็ได้ เคลื่อนที่มาแทรกสอดกัน จะเป็นเสียงที่ดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะคงตัว ดังรูป



ถ้าความถี่ของเสียงจากแหล่งกำเนิดทั้งสองต่างกันมากขึ้น เสียงที่ได้ยินจะเป็นจังหวะเร็วขึ้น โดยปกติแล้วหูของมนุษย์สามารถจำแนกบีตส์ที่มีความถี่ไม่เกิน 7 Hz จำนวนครั้งของเสียงดังที่ได้ยินในหนึ่งวินาทีเรียกว่า ความถี่บีตส์ ซึ่งความถี่บีตส์สามารถหาได้จากสมการ

$$\Delta f = |f_1 - f_2| \quad \text{และความถี่ของคลื่นรวมหาได้จาก} \quad f_{av} = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

กำหนดให้	f_1 และ f_2	แทนความถี่ของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 Hz
	Δf	แทนจำนวนครั้งของเสียงดังที่ได้ยินในหนึ่งวินาที เรียกว่า ความถี่บีตส์
	f_{av}	แทนความถี่ของคลื่นรวม

ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1_4.1เรื่อง การสั่นพ้องของอากาศในหลอดเรโซแนนซ์

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

[illegible]

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ใบกิจกรรมที่ 1_4.1 เรื่อง การวัดความยาวคลื่นเสียง

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ผลการทดลอง

อุณหภูมิอากาศ(ที่อุณหภูมิห้อง).....

อัตราเร็วของอากาศจากสูตร $v_t = 331 + 0.6t$ $v_t =$

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความถี่ (Hz)	จำนวนเสียงดังที่เกิดขึ้น (ครั้งที่)	ตำแหน่งของลูกสูบที่อยู่ ห่างจากปากหลอดเมื่อ เกิดเสียงดังมากที่สุด (cm)

ตารางผลการคำนวณหาความยาวคลื่น

ความถี่ (Hz)	ความยาวคลื่นจากการ ทดลอง (m)	ความยาวคลื่นจากสูตร $\lambda = \frac{v}{f}$ (m)

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1_4 เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียง คลื่นนิ่ง และความถี่บีตส์
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. ลวดขึงตึงสองเส้นให้เสียงที่มีความถี่มูลฐาน 110.0 เฮิรตซ์ และ 110.8 เฮิรตซ์ ตามลำดับ ถ้าตีลวดทั้งสองเส้นนี้พร้อมกันจะได้ยินเสียงดัง-ค่อยสลับกัน ถามว่าภายใน 20 วินาที จะได้ยินเสียงดังขึ้นกี่ครั้ง (Ent' 47)

2. ในการทดลองการสั่นพ้องของเสียง ขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรก ลูกสูบอยู่ห่างจากปากหลอดเรโซแนนซ์ 20 เซนติเมตร เมื่อเกิดการสั่นพ้องครั้งถัดไป ลูกสูบจะอยู่ห่างจากปากหลอดเท่าใด(KKU'53)



3. เมื่อเป่าแซกโซโฟนตัวหนึ่งทำให้เกิดเสียงที่มีความถี่มูลฐาน 440 เฮิรตซ์ พร้อมกับฮาร์โมนิคที่ 3 5 9 และ 11 จงหาความถี่ทั้งหมดของเสียงที่เป่าจากแซกโซโฟนขณะนั้น

4. ท่อทรงกระบอกปลายปิดข้างหนึ่งยาว 2.40 เมตร ถ้าเสียงมีอัตราเร็ว 343 m/s เสียงจากท่อนี้จะมีความถี่ต่ำสุดเท่าใด

5. ถ้าให้เสียงที่มีความถี่ 600 เฮิรตซ์ เป็นความถี่ฮาร์โมนิคลำดับที่หนึ่ง จงหาค่าสูงสุด($n_{\max}$) ของลำดับฮาร์โมนิคที่ n ที่ทุกคนเรายังได้ยิน (KKU'54)
6. ลวดขึงตึงเส้นหนึ่งมีค่าความถี่ของฮาร์โมนิกที่ติดกันสองค่าเป็น 1,920 เฮิรตซ์ และ 2,240 เฮิรตซ์ และความเร็วคลื่นในลวดเส้นนี้เป็น 640 เมตร/วินาที จงหาความยาวของลวด (A-net' มีนา 50)
7. เส้นลวดโลหะยาว 0.25 m ที่ขึงตึง เกิดการสั่นพ้องที่ความถี่ต่ำสุดกับส้อมเสียงความถี่ 500 Hz ความเร็วของคลื่นบนเส้นลวดเป็นกี่เมตรต่อวินาที (Ent' 47)
8. สายโลหะขึงตึงยาว 0.5 เมตร ทำให้เกิดเสียงความถี่ 2.20 กิโลเฮิรตซ์ และ 2.64 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่ฮาร์โมนิกที่อยู่ติดกัน จงหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงในสายโลหะ (Ent' 48)
9. ใส่ น้ำในภาชนะทรงกระบอกเล็กและยาวให้มีระดับความสูงจากก้นภาชนะ 10.5 cm พบว่าเกิดการสั่นพ้องกับส้อมเสียงอันหนึ่ง และเมื่อเติมน้ำลงไปเพิ่มจนมีระดับความสูงเป็น 44.5 cm จึงจะเกิดการสั่นพ้องกับส้อมเสียงอันเดิมอีกครั้ง ถ้าอัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 m/s ความถี่ของส้อมเสียงเป็นกี่เฮิรตซ์

10. ท่อปลายปิดข้างหนึ่งมีความยาว 1 m จะต้องนำลำโพงเสียงที่มีความถี่เท่าใดไปวางใกล้ด้านปลายเปิด จึงจะเกิดการสั่นพ้อง 5 ตำแหน่ง (กำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 m/s)
11. ถ้าหลอดเรโซแนนซ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่องเสียงชุดหนึ่ง จะให้ความดังสูงสุดสามครั้ง เมื่อเลื่อนตำแหน่งลูกสูบไปตามความยาวของหลอดเรโซแนนซ์ ถ้าตำแหน่งสุดท้ายดังเมื่อลูกสูบอยู่ห่างจาก ลำโพงมากที่สุดและห่างจากปลายกระบอกสูบ 100 cm อยากทราบว่าลำโพงสั่นด้วยความถี่กี่เฮิรตซ์ กำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าเป็น 348 m/s
12. ขนาดของหลอดกำทอนที่สั้นที่สุด ที่สามารถใช้กับคลื่นที่มีความถี่ 800 Hz แล้วเกิดการกำทอนได้ 4 ครั้ง มีค่าเป็นเท่าใดในหน่วย cm กำหนดให้ความเร็วเสียงเป็น 350 m/s
13. หลอดกำทอนปลายเปิดทั้งสองข้าง เมื่อเกิดการกำทอนกับคลื่นเสียงที่มีความถี่ 350 Hz ภายในหลอด จะมีตำแหน่งบัพบีบ ถ้าหลอดยาว 2.5 m และความเร็วเสียงขณะนั้นเป็น 350 m/s
14. หลอดกำทอนยาว 25 cm ให้เสียงที่มีความถี่ต่างกัน ออกมาหลายค่า อยากทราบว่า คนปกติจะได้ยินเสียงหลอดกำทอนนี้ในช่วงความถี่เท่าไร ถ้าระดับความเข้มเสียงที่แต่ละความถี่สูงพอที่คนจะได้ยิน และช่วงความถี่ของเสียงที่หูปกติจะได้ยินเสียงคือ 20 – 20,000 Hz และความเร็วเสียงในอากาศเป็น 360 m/s

15. การสั่นพ้องของเสียงในท่อปลายเปิดสองข้างที่มีความยาวเท่ากัน ความถี่มูลฐานในท่อปลายปิดมีค่าเป็นกี่เท่าของความถี่มูลฐานในท่อปลายเปิดสองข้าง
16. ส้อมเสียงอันหนึ่งมีความถี่ 500 Hz เมื่อเคาะส้อมเสียงนี้พร้อมกับไวโอลิน ความถี่ 502 Hz จะได้ยินเสียงดังและค่อยสลับกันที่เฮิร์ตซ์
17. นักดนตรีคนหนึ่งเล่นไวโอลิน ความถี่ 507 Hz และนักดนตรีอีกคนเล่นกีตาร์ ความถี่ 512 Hz ถ้าทั้งสองคนเล่นพร้อมกันจะเกิดปรากฏการณ์บีตส์ที่ความถี่เท่าใด
18. ในการปรับเทียบเสียงของเปียโนระดับเสียง C โดยเทียบกับส้อมเสียงความถี่ 256.0 Hz ถ้าได้ยินเสียงบีตส์ ความถี่ 3.0 ครั้ง/วินาที ความถี่ที่เป็นไปได้ของเปียโนมีค่าเท่าใด
19. ถ้าต้องการให้เกิดเสียงดังเป็นจังหวะสม่ำเสมอห่างกันทุกๆ ครึ่งวินาที จะต้องเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 500 Hz พร้อมกับเสียงที่มีความถี่เท่าใด
20. ส้อมเสียงอันที่ 1 ไม่ทราบค่าความถี่ และส้อมเสียงอันที่ 2 มีความถี่ 385 Hz ถ้าเคาะส้อมเสียงทั้งสองพร้อมกัน จะเกิดเสียงบีตส์ 3 ครั้งต่อวินาที เมื่อเอาซี่ฝึ่งไปติดที่ปลายส้อมเสียงอันแรก ปรากฏว่าความถี่เสียงบีตส์ลดลงจากเดิม จงหาความถี่ของส้อมเสียงอันแรก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1_5

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก

และการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์บางอย่างของเสียง ได้แก่ บีตส์ การสั่นพ้อง ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้

2. สาระสำคัญ

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงเคลื่อนที่เข้า-ออกจากผู้สังเกต หรือผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้า-ออกจากแหล่งกำเนิดคลื่นเสียง จึงทำให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ถ้าอัตราเร็วของแหล่งกำเนิดสูงกว่าอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลาง คลื่นจากแหล่งกำเนิดจะเคลื่อนที่อัดตัวกันเป็นหน้าคลื่นวงกลมเรียงซ้อนกันเป็นมุมแหลม พลังงานจะมาเสริมกันที่ตำแหน่งมุมแหลมเกิดเสียงดังมากกว่าปกติ เรียกว่าคลื่นกระแทก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและเงื่อนไขของการเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก พร้อมยกตัวอย่างอันตรายที่เกิดจากคลื่นกระแทกได้ (K)
2. นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติของเสียงในการนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ (K)
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาคำตอบเกี่ยวกับการสั่นพ้องและบีตส์ได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์(Doppler effect) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่เดิม โดยไม่ปรับเปลี่ยนเสียงจากแหล่งกำเนิด แต่เป็นผลอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของผู้สังเกตทำให้ความเร็วของเสียงมาถึงผู้สังเกตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือเนื่องจากการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียงทำให้ความยาวคลื่นที่ผู้สังเกตได้รับเปลี่ยนไปจากเดิม จึงมีผลให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงแหลมหรือทุ้มมากกว่าความจริง ซึ่งความเร็วสัมพันธ์ระหว่างผู้ฟังกับแหล่งกำเนิดไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งถ้าแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ความยาวคลื่นทุกด้านเท่ากัน หากความยาวคลื่นเสียงตามปกติ หากความยาวคลื่นที่ปรากฏด้านหน้าแหล่งกำเนิดเสียงที่กำลังเคลื่อนที่ จะมีความยาวคลื่นสั้นลง หากความยาวคลื่นที่ปรากฏด้านหลังแหล่งกำเนิดเสียงที่กำลังเคลื่อนที่ จะมีความยาวคลื่นมากขึ้น และการที่ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงว่ามีความถี่เสียงสูงขึ้น หรือต่ำลงกว่าปกติ นั้น ให้สังเกตจากถ้าเวลาผ่านไปแล้วแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้สังเกตมีระยะห่างกันน้อยลง แสดง

ว่าผู้ฟังจะได้ยินเสียงมีความถี่สูงขึ้น ส่วนเมื่อเวลาผ่านไประยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้สังเกตมีระยะห่างกันมากขึ้น แสดงว่าผู้ฟังได้ยินเสียงที่มีความถี่เสียงต่ำลง

ถ้าอัตราเร็วของแหล่งกำเนิดสูงกว่าอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลาง คลื่นจากแหล่งกำเนิดจะเคลื่อนที่อัดตัวกันเป็นหน้าคลื่นวงกลมเรียงซ้อนกันเป็นมุมแหลม พลังงานจะมาเสริมกันที่ตำแหน่งมุมแหลมเกิดเสียงดังมากกว่าปกติเรียกว่า **คลื่นกระแทก** ถ้าเป็นคลื่นกระแทกจากเครื่องบินเรียกว่า **โซนิคบูม**

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายว่า “เสียงรถพยาบาลหรือรถตำรวจที่เปิดไซเรนที่กำลังวิ่งเข้ามาและผ่านไป เสียงที่ได้ยินแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด”
2. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน ตอบคำถาม ครูยังไม่เฉลยคำตอบ เพื่อให้นักเรียนสืบค้นหาคำตอบของคำถามจากการทดลอง (มีเหตุผล)

ขั้นสำรวจและค้นหา (25 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม (มีภูมิคุ้มกัน)
2. นักเรียนทำการศึกษาปรากฏการปรากฏการตอบเพลอร์จากการทดลองลากดินสอที่จุ่มน้ำโดยแตะที่ผิว น้ำเป็นจังหวะคงตัว และเคลื่อนที่ไปทางขวา (มีภูมิคุ้มกัน, พอประมาณ)
3. นักเรียนทำการศึกษาปรากฏการตอบเพลอร์จากเว็บไซต์
http://www.sa.ac.th/winyoo/Sound/sound_dopler.htm (มีภูมิคุ้มกัน, พอประมาณ)
4. นักเรียนทำการศึกษาปรากฏการคลื่นกระแทกจากการทดลองลากดินสอที่จุ่มน้ำให้เคลื่อนที่เร็วกว่าการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ (มีภูมิคุ้มกัน, พอประมาณ)

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (25 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มานำเสนอผลการทดลองแลกเปลี่ยนผลการทดลองกัน (มีเหตุผล, มีภูมิคุ้มกัน, พอประมาณ)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปว่า “เมื่อดินสอเคลื่อนที่เปรียบเหมือนแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ความยาวคลื่นของคลื่นเสียงที่อยู่ด้านหน้าจะสั้นกว่าด้านหลัง เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่กับที่จึงทำให้ผู้ฟังที่อยู่ด้านหน้าได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่าความถี่จริง ด้านหลังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าความถี่จริง เรียกปรากฏการณ์ที่ได้ยินเสียงความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่จริง เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ซึ่งนอกจากที่แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่แล้ว หากแหล่งกำเนิดเสียงหยุดนิ่ง แล้วผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าออกจากแหล่งกำเนิด ก็ทำให้ได้ยินเสียงที่ความถี่เปลี่ยนไปเช่นเดียวกัน” (มีเหตุผล, มีความรู้, คุณธรรม)

ชั่วโมงที่ 2

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปว่า “เมื่อลากดินสอที่จุ่มน้ำให้เคลื่อนที่เร็วกว่าการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ คลื่นจากแหล่งกำเนิดจะเคลื่อนที่อัดตัวกันเป็นหน้าคลื่นวงกลมเรียงซ้อนกันเป็นมุมแหลม พลังงานจะมาเสริมกันที่ตำแหน่งมุมแหลมเกิดเสียงดังมากกว่าปกติ เรียกว่า คลื่นกระแทก (มีเหตุผล, มีความรู้, คุณธรรม)

ขั้นขยายความรู้ (15 นาที)

- ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก (พอประมาณ)
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง การประยุกต์ใช้เรื่องเสียง ตามหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.) หน้า 102 – 105 (มีเหตุผล, มีความรู้)

ขั้นประเมิน (30 นาที)

- นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1_5 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก (พอประมาณ)
- ครูเดินดูนักเรียนทั่วห้อง ให้คำปรึกษาเป็นกลุ่ม จนนักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 1_5 เสร็จสมบูรณ์ถูกต้อง (คุณธรรม)
- ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือในห้องสมุด และทางอินเทอร์เน็ต

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 (สสวท.)
- ใบความรู้ที่ 1_5 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก
- ใบงานที่ 1_5 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก
- หนังสือในห้องสมุด
- เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง ได้แก่
 - http://www.youtube.com/watch?v=lXyG68_caV4
 - <http://www.youtube.com/watch?v=h4OnBYrbCjY>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=gWGLAAYdbbc>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=1KPBhDc-55Y>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/10.html>
 - <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/wave4/index.htm>
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75600

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-ตรวจใบงานที่ 1_5 ปรากฏการณ์ตอบ เพลอร์ คลื่นกระแทก -ถาม-ตอบ ในชั้น เรียน	-ใบงานที่ 1_5 ปรากฏการณ์ตอบ เพลอร์ คลื่นกระแทก -คำถามเพื่อใช้ถามให้ นักเรียนอธิบาย(ตอบ คำถาม)	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการ คำนวณ (P)	-ใบงานที่ 1_5 ปรากฏการณ์ตอบ เพลอร์ คลื่นกระแทก	- ใบงานที่ 1_5 ปรากฏการณ์ตอบ เพลอร์ คลื่นกระแทก	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สังเกต	การสังเกต	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 36 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
26 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

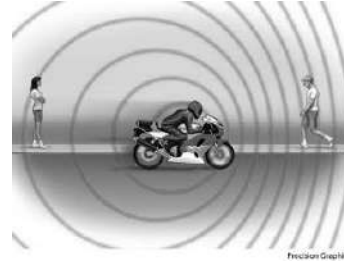
แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1_5 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก

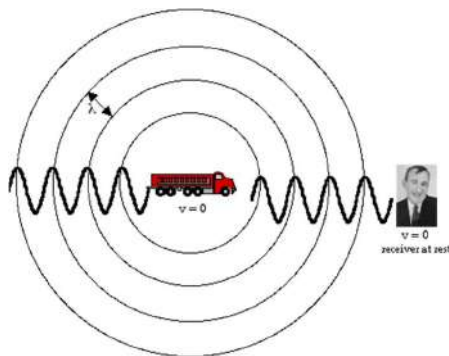
ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ (Doppler effect) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่เดิม โดย **ไม่ปรับเปลี่ยนเสียงจากแหล่งกำเนิด** แต่เป็นผลอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของผู้สังเกตทำให้ความเร็วของเสียงมาถึงผู้สังเกตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือเนื่องจากการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียงทำให้ความยาวคลื่นที่ผู้สังเกตได้รับเปลี่ยนไปจากเดิม จึงมีผลให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงแหลมหรือทุ้มมากกว่าความจริง (ความถี่สูงเสียงแหลม, ความถี่ต่ำเสียงทุ้ม) ซึ่งความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างผู้ฟังกับแหล่งกำเนิดไม่เท่ากับศูนย์

****ความเร็วสัมพัทธ์ คือ ความเร็วเปรียบเทียบระหว่างความเร็ว 2 ความเร็ว ความเร็วหนึ่งเป็นความเร็วของสิ่งที่ต้องการสังเกต และอีกความเร็วหนึ่งเป็นความเร็วของผู้สังเกต**



1. การหาความยาวคลื่นเสียงด้านหน้า และด้านหลังแหล่งกำเนิดเสียง

1.1 ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ความยาวคลื่นทุกด้านเท่ากัน หาความยาวคลื่นเสียงตามปกติ



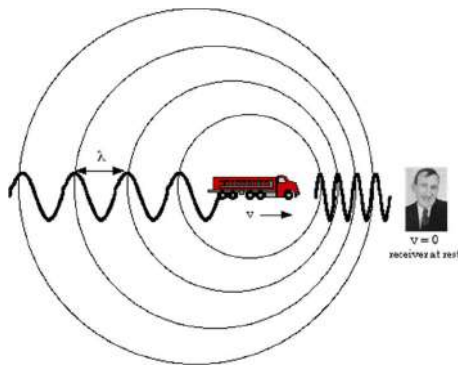
$$\lambda = \frac{v}{f}$$

λ = ความยาวคลื่นเสียงที่ปรากฏ

v = อัตราเร็วเสียง

f = ความถี่เสียง

1.2 หาความยาวคลื่นที่ปรากฏด้านหน้าแหล่งกำเนิดเสียงที่กำลังเคลื่อนที่ จะได้ความยาวคลื่นสั้นลง



$$\lambda = \frac{v - v_s}{f_s}$$

λ = ความยาวคลื่นเสียงที่ปรากฏด้านหน้า

v = อัตราเร็วเสียง

v_s = อัตราเร็วของแหล่งกำเนิดเสียง

f = ความถี่เสียงของแหล่งกำเนิด

1.3 หาความยาวคลื่นที่ปรากฏด้านหลังแหล่งกำเนิดเสียงที่กำลังเคลื่อนที่ จะได้ความยาวคลื่นมากขึ้น

$$\lambda = \frac{v + v_s}{f_s}$$

λ = ความยาวคลื่นเสียงที่ปรากฏด้านหน้า
 v = อัตราเร็วเสียง
 v_s = อัตราเร็วของแหล่งกำเนิดเสียง
 f_s = ความถี่เสียงของแหล่งกำเนิด

หมายเหตุ จากสมการ ความยาวคลื่นด้านหน้าและด้านหลังแหล่งกำเนิดเสียงที่กำลังเคลื่อนที่ ไม่เกี่ยวข้องกับผู้สังเกตซึ่งอยู่ด้านหน้าและหลังแหล่งกำเนิดเลย ไม่ว่าผู้สังเกตจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่อย่างไรก็ตาม

2. หาความถี่เสียงปรากฏต่อผู้ฟัง ขณะเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียง

การที่ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงว่ามีความถี่เสียงสูงขึ้น หรือต่ำกว่าปกตินั้น ให้สังเกตจากถ้าเวลาผ่านไป แล้วแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้สังเกตมีระยะห่างกันน้อยลง แสดงว่าผู้ฟังจะได้ยินเสียงมีความถี่สูงขึ้น ส่วนเมื่อเวลาผ่านไประยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้สังเกต มีระยะห่างกันมากขึ้น แสดงว่าผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เสียงต่ำลง สมการคำนวณในแต่ละกรณี มีดังนี้

1. เมื่อผู้สังเกตอยู่นิ่ง-แหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่

ด้านหน้า $f_o = \left(\frac{v}{v - v_s} \right) f_s$ ด้านหลัง $f_o = \left(\frac{v}{v + v_s} \right) f_s$

2. ผู้สังเกตเคลื่อนที่ - แหล่งกำเนิดที่อยู่นิ่ง (ในกรณีนี้ความยาวคลื่นคงเดิม)

ผู้สังเกตวิ่งเข้าหา $f_o = \left(\frac{v + v_o}{v} \right) f_s$ ผู้สังเกตวิ่งออก $f_o = \left(\frac{v - v_o}{v} \right) f_s$

3. ผู้สังเกตเคลื่อนที่ - แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่

เข้าหากัน $f_o = \left(\frac{v + v_o}{v - v_s} \right) f_s$ ออกจากกัน $f_o = \left(\frac{v - v_o}{v + v_s} \right) f_s$

ผู้สังเกตวิ่งหนี แหล่งกำเนิดวิ่งไล่

$$f_o = \left(\frac{v - v_o}{v - v_s} \right) f_s$$

ผู้สังเกตวิ่งไล่ แหล่งกำเนิดวิ่งหนี

$$f_o = \left(\frac{v + v_o}{v + v_s} \right) f_s$$

ซึ่งสามารถสรุปเป็นสมการ การคำนวณทุกกรณี ได้ว่า

$$f_o = \left(\frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right) f_s$$

v_s = ความเร็วของแหล่งกำเนิด

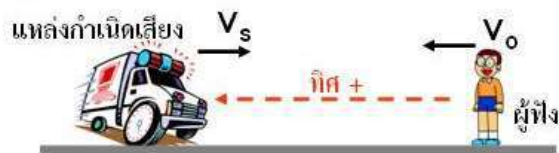
v_o = ความเร็วของผู้สังเกต

v = ความเร็วของเสียงในอากาศ

f_s = ความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง

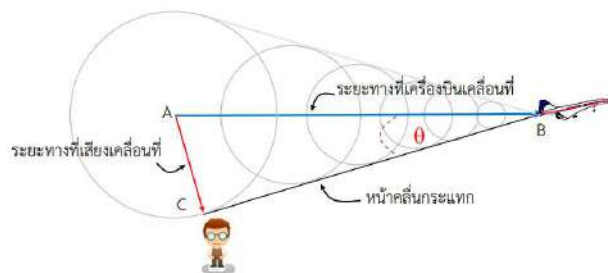
f_o = ความถี่ที่ผู้ฟังรับได้

หลักการคิดเครื่องหมาย $\pm$ ของ v_o และ v_s แทนในสูตร



1. ให้ลากเส้นกำหนดทิศทางหลักบวก(+) ออกจากผู้ฟังไปยังแหล่งกำเนิดเสมอ
2. กำหนดค่า v_o และ v_s จะเป็นบวก(+) ถ้ามีทิศเดียวกับทิศหลัก
3. กำหนดค่า v_o และ v_s จะเป็นลบ(-) ถ้ามีทิศสวนทางกับทิศหลัก

คลื่นกระแทก(shock wave) เป็นปรากฏการณ์ที่หน้าคลื่นเคลื่อนที่มาเสริมกันในลักษณะที่เป็นหน้าคลื่นวงกลมซ้อนเรียงกันไป โดยมีแนวหน้าคลื่นที่มาเสริมกันมีลักษณะเป็นรูปตัว V อันเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่เร็วกว่าความเร็วของคลื่นในตัวกลางที่แหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่ไป เช่น เรือวิ่งเร็วกว่าคลื่นน้ำที่เกิดจากเรือขณะแล่นในน้ำ, เป็ดลอยน้ำ, เครื่องบินที่บินเร็วกว่าคลื่นเสียงในอากาศ เป็นต้น เมื่อพิจารณาเพื่อดูว่าอัตราเร็วของเครื่องบิน(v_s) และอัตราเร็วของเสียง(v) ที่จะแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กัน ดังภาพแสดงการเคลื่อนที่ของเครื่องบินกับการเคลื่อนที่ของเสียงข้างล่างนี้



เป็ดลอยน้ำ



เครื่องบินบินเร็วกว่าคลื่นเสียง

หากเครื่องบินเคลื่อนตัวด้วยอัตราเร็วสูงกว่าอัตราเร็วของเสียงในอากาศ จะเกิดคลื่นกระแทกของเสียง โดยหน้าคลื่นกระแทกจะเป็นรูปกรวย ถ้าอัตราเร็วของเครื่องบินมากขึ้นเรื่อยๆ มุมกรวยจะเล็กลง คลื่นกระแทกนี้ จะทำให้ความดันเปลี่ยนแปลงมากและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดเสียงดังคล้ายระเบิด ในบริเวณคลื่นกระแทกนี้เคลื่อนที่ผ่าน ซึ่งอาจทำให้กระจกแตกร้าวได้ เสียงที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า **โซนิคบูม (sonic boom)** ซึ่งถ้าหากคลื่นกระแทกนี้มีพลังงานสูงมากพอ อาจทำให้อาคารบ้านเรือนพังทลายได้ และอาจทำให้เยื่อแก้วหูของผู้ที่ได้ยินเสียงเป็นอันตรายถึงฉีกขาดได้

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1_5 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. รถพยาบาลเปล่งเสียงความถี่ 1,000 Hz กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 m/s ขณะนั้นอัตราเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 340 m/s จงคำนวณหาความยาวคลื่นเสียงบริเวณหน้ารถและหลังรถ
2. ชายคนหนึ่งยืนอยู่หน้าบ้านได้ยินเสียงรถพยาบาลเปิดหอนกำลังวิ่งเข้ามามีความถี่ 382.5 Hz เมื่อรถพยาบาลมีความเร็ว 20 m/s และอัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 m/s จงหาความถี่ที่แท้จริงของเสียงรถหอนที่เปิด และความยาวคลื่นเสียงของหอนที่ชายคนนั้นได้ยิน
3. รถยนต์ประจำทางวิ่งด้วยความเร็ว 30 m/s วิ่งเข้าหารถจักรยานยนต์คันหนึ่งที่กำลังวิ่งสวนทางเข้ามาด้วยความเร็ว 10 m/s ถ้าจักรยานยนต์บีบแตรด้วยความถี่ 4,800 Hz คนที่อยู่บนรถยนต์ประจำทางจะได้ยินเสียงแตรมีความถี่เท่าไร ถ้าความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 330 m/s
4. แหล่งกำเนิดเสียงหยุดนิ่งกับที่ปล่อยเสียงออกมาติดต่อกันมีความถี่ 680 Hz คนขับรถยนต์ เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงด้วยความเร็ว 40 m/s และความเร็วเสียงในอากาศ มีค่า 340 m/s จงหาว่าคนขับรถได้ยินเสียงมีความถี่เท่าไร

5. รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s มีชายคนหนึ่งขี่รถจักรยาน เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s รถทั้งสองเคลื่อนที่เข้าหากัน ถ้ารถยนต์บีบแตร ด้วยความถี่ $1,200 \text{ Hz}$ มีชายคนที่ขี่รถจักรยานจะได้ยินเสียงแตรของรถยนต์ ด้วยความถี่เท่าไร ถ้าความเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 m/s
6. รถกู่ก๊วเปิดหวอดด้วยความถี่ $2,400 \text{ Hz}$ จอดนิ่งอยู่กับที่ เจ้าหน้าที่หน่วยกู่ก๊ววิ่งเข้าหาหวอดด้วยความเร็ว 5 m/s ถ้าอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 315 m/s จงหาความถี่เสียงที่เจ้าหน้าที่หน่วยกู่ก๊วได้ยิน
7. รถยนต์ 2 คันวิ่งตามกัน คันที่อยู่หน้าวิ่งด้วยความเร็ว 40 m/s คันหลังวิ่งตามด้วย ความเร็ว 20 m/s ถ้ารถคันหน้าบีบแตรด้วยความถี่ $1,900 \text{ Hz}$ จงหาว่าคนที่นั่งรถคันหลังจะได้ยินเสียงแตรนั้นมีความถี่เท่าไร เมื่อความเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 m/s
8. รถตำรวจเปิดไซเรนด้วยความถี่ 800 Hz วิ่งไล่ตามคนร้ายที่กำลังขับรถหนีด้วยความเร็ว 40 m/s ถ้ารถตำรวจวิ่งด้วยความเร็ว 50 m/s และความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 350 m/s จงหาว่าคนร้ายจะได้ยินเสียงไซเรนมีความถี่เท่าไรและความยาวคลื่นเสียงไซเรนที่คนร้ายได้ยินจะมีค่าเท่าไร
9. เรือลำหนึ่งวิ่งออกจากหน้าผาด้วยอัตราเร็ว 10 m/s ปล่อยเสียงความถี่ $1,050 \text{ Hz}$ ออกไปรอบตัวตลอดเวลา ขณะนั้นอัตราเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 340 m/s อยากทราบว่าคนบนเรือจะได้ยินเสียงสะท้อนมาจากหน้าผาด้วยความถี่เท่าไร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_1

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า ชนิดของประจุไฟฟ้า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ได้ และคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. สาระสำคัญ

ประจุไฟฟ้าเกิดจากการให้และการรับอิเล็กตรอนของวัตถุ แรงระหว่างประจุมีทั้งแรงดูดและแรงผลัก ประจุไฟฟ้า คือ ตัวที่ทำให้วัตถุเดิมซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าแสดงอำนาจไฟฟ้า การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีอำนาจทางไฟฟ้า ทำได้ 3 วิธี ดังนี้ การขัดสีหรือการถู การแตะหรือสัมผัส และการเหนี่ยวนำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าได้ (K)
2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าแรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือแรงดึงดูดและแรงผลักได้ (K)
3. นักเรียนสามารถเขียนทิศทางของแรงระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ (K)
4. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อสังเกตชนิดของแรงระหว่างประจุ และสรุปชนิดของแรงระหว่างประจุได้ (P)
5. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ฟ้าผ่านั้นจะผ่าแต่สิ่งที่เป็นสื่อไฟฟ้า และอยู่สูงขึ้นไปในท้องฟ้ามากกว่าสิ่งอื่น ในบริเวณข้างเคียงเสมอ เพราะไฟฟ้านั้นต้องเดินทางลัดระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน ถ้ามีสื่ออะไรอยู่สูงมันก็จะผ่านลงมาทางสื่อ นั้นจึงมีข้อห้ามกันว่า อย่าเดินกลางทุ่งโล่งในขณะที่ท้องฟ้าคะนอง อย่าถือโลหะออกอยู่กลางฝนขณะที่ฟ้าคะนองและอย่าอยู่ใต้ต้นไม้ที่สูงๆ ขณะที่ฟ้าคะนอง ฯลฯ เพราะจะทำให้ฟ้าผ่าได้ **การป้องกันฟ้าผ่า** อาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างทำได้โดยเอาโลหะปลายแหลมขึ้นไปปักไว้ บนส่วนสูงที่สุดของสิ่งก่อสร้างนั้น แล้วต่อสื่อลงมาผูกกับแผ่นทองแดงฝังลงไปในดินให้ลึกๆ ซึ่งจะเป็นทางเดินผ่านของกลุ่มอนุภาคไฟฟ้าจากอากาศ

ประจุไฟฟ้า คือ ตัวที่ทำให้วัตถุเดิมซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าแสดงอำนาจไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือประจุไฟฟ้าบวก (+) และประจุไฟฟ้าลบ (-)

การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีอำนาจทางไฟฟ้า ทำได้ 3 วิธี ดังนี้

1. การขัดสีหรือการถู เกิดจากการนำวัตถุ 2 ชนิดมาขัดสี หรือถูกัน จะทำให้มีการถ่ายเทของประจุไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ระหว่างวัตถุทั้งสอง
2. การแตะหรือสัมผัส โดยการนำวัตถุที่มีอำนาจทางไฟฟ้าไปแตะหรือสัมผัสกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้มีการถ่ายเทของอิเล็กตรอน จนกระทั่งวัตถุทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันจึงหยุดการถ่ายเท
3. การเหนี่ยวนำ โดยการนำวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าเข้าไปใกล้ๆ วัตถุที่เป็นกลาง (แต่ไม่แตะ) จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้ประจุไฟฟ้าที่อยู่ในวัตถุที่เป็นกลางเกิดการจัดเรียงตัวใหม่

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ครูให้นักเรียนชมภาพฟ้าแลบ ฟ้าผ่า จากนั้นครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าฟ้าผ่า ฟ้าแลบ เกิดจากอะไร” นักเรียนตอบคำถาม ครูยังไม่เฉลยคำตอบ
- 1.2 นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า เพื่อสืบค้นหาคำตอบ ซึ่งควรได้คำตอบว่า ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ เกิดจากการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าในบรรยากาศ
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประโยชน์และโทษเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า และแนะนำวิธีป้องกันอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่า

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน
- 2.2 ครูและนักเรียนอภิปรายวิธีการทดลองที่ 13.1 ตามหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) ในหน้าที่ 4
- 2.3 นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อสังเกตชนิดของแรงระหว่างประจุ และสรุปชนิดของแรงระหว่างประจุ

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(explanation) 20 นาที

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยการตอบคำถามท้ายการทดลอง คำถามคือ
 - ถ้าใช้แผ่นพีวีซีทั้งสองอันเข้าใกล้กัน แผ่นพีวีซีทั้งสองจะมีลักษณะอย่างไร (ผลักกัน)
 - ถ้าใช้แผ่นเปอร์สเปกซ์ทั้งสองอันเข้าใกล้กัน แผ่นเปอร์สเปกซ์ทั้งสองจะมีลักษณะอย่างไร (ผลักกัน)
 - ถ้าใช้แผ่นหนึ่งเป็นแผ่นพีวีซี อีกแผ่นหนึ่งเป็นแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นทั้งสองจะมีลักษณะอย่างไร (ดูดกัน)
 -

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า

- เมื่อนำแผ่นพีวีซีที่มีประจุเข้าใกล้แผ่นพีวีซีที่มีประจุ แผ่นพีวีซีที่แขวนจะเบนออกจากตำแหน่งเดิม
- เมื่อเปลี่ยนแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นเปอร์สเปกซ์แทน แผ่นเปอร์สเปกซ์ทั้งสองได้เบนออกจากกัน แต่ถ้าแผ่นหนึ่งเป็นแผ่นพีวีซี อีกแผ่นหนึ่งเป็นแผ่นเปอร์สเปกซ์ ทั้งสองแผ่นจะเบนเข้าหากัน
- กิจกรรมนี้แสดงให้เห็นว่า แรงระหว่างประจุมีสองชนิดคือ แรงดึงดูดและแรงผลักร ซึ่งประจุทั้งสองเรียกว่า ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ หรือเรียนสั้นๆว่า ประจุบวกและประจุลบ
- ผลของแรงระหว่างประจุสรุปได้ว่า ประจุชนิดเดียวกันผลักรัน ประจุต่างชนิดกันดึงดูดกัน

4. ขยายความรู้(elaboration) 20 นาที

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า

4.2 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับอะตอม ประจุไฟฟ้าของอะตอม และการทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีอำนาจทางไฟฟ้า

5. ขั้นประเมิน(evaluation) 15 นาที

5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า

5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ

5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า
4. หนังสือในห้องสมุด
5. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่องปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า ได้แก่
 - http://www.youtube.com/watch?v=oYQgi3sxMVU&list=PLt_7xIkyvOagXj6Scv_tXdA6o3ILFk0iu
 - <http://www.youtube.com/watch?v=wnwF6nnX5uE&hd=1>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 1 ปรากฏการณ์ ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า	-คำถาม -ใบงานที่ 1 ปรากฏการณ์ ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 ปรากฏการณ์ ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า	-ใบกิจกรรมที่ 1 ปรากฏการณ์ ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึก พฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ตอนที่ 1 คะแนนทั้งหมด 5 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
3 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ตอนที่ 2 คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 9 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกตพฤติกรรม

รายการสังเกต		ระดับการปฏิบัติ		
		สม่ำเสมอ (3)	บ่อยครั้ง (2)	น้อยครั้ง (1)
มีวินัย	เข้าเรียนตรงเวลา			
	ส่งงานตรงต่อเวลา			
ใฝ่เรียนรู้	เข้ากิจกรรมการเรียนรู้			
	สนใจเรียนตลอดเวลา			
	แบ่งหน้าที่กันชัดเจน			
ทำงานกลุ่ม	ทำงานตามหน้าที่ที่รับมอบหมาย			
	รับฟังความคิดเห็นของคนอื่น			
รวม				
คะแนนที่ได้				

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม./..... เลขที่.....

เราเคยเห็นฟ้าแลบ ฟ้าผ่าและฟ้าร้องกันบ่อยๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนทำให้มนุษย์เกิดความอยากรู้อยากเห็นว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดสิ่งเหล่านี้ ในยุคโบราณเชื่อว่าเกิดจากอำนาจของเทพเจ้า ไทยเราคิดว่าเป็นเพราะรามสูรขว้างขวาน ต่อมาเมื่อมนุษย์มีความรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น ทำให้ทราบว่าฟ้าแลบ ฟ้าผ่า เกิดจากการถ่ายโอนของประจุไฟฟ้าในบรรยากาศ

ฟ้าผ่านั้นจะผ่าแต่สิ่งที่เป็นสื่อไฟฟ้า และอยู่สูงขึ้นไปในท้องฟ้ามากกว่าสิ่งอื่น ในบริเวณข้างเคียงเสมอเพราะไฟฟ้านั้นต้องเดินทางลัดระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน ถ้ามีสื่ออะไรอยู่สูงมันก็จะผ่านลงมาทางสื่อมันจึงมีข้อห้ามกันว่า อย่าเดินกลางทุ่งโล่งในขณะที่ท้องฟ้าคะนอง อย่าถือโลหะออกอยู่กลางแจ้งขณะที่ฟ้าคะนองและอย่าอยู่ใต้ต้นไม้ที่สูงๆ ขณะที่ฟ้าคะนอง ฯลฯ เพราะจะทำให้ฟ้าผ่าได้ **การป้องกันฟ้าผ่า** อาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างทำได้โดยเอาโลหะปลายแหลมขึ้นไปปักไว้ บนส่วนสูงสุดของสิ่งก่อสร้างนั้น แล้วต่อลวดลงมาผูกกับแผ่นทองแดงฝังลงไปในดินให้ลึกๆ ซึ่งจะเป็นทางเดินผ่านของกลุ่มอนุภาคไฟฟ้าจากอากาศ

ทาลิส (Thales) นักปราชญ์ชาวกรีกนำแท่งอำพันมาถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งอำพันสามารถดูดวัตถุเบาๆได้ เช่น ขนนก อำพันที่เกิดขึ้นนี้ได้ถูกเรียกว่า อำนาจไฟฟ้า

ซึ่งความสามารถแสดงแรงดึงดูดต่อวัตถุต่างๆ ได้ **อำนาจทางไฟฟ้า** เรียกสั้นๆ ว่า **ไฟฟ้า** ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Electricity มาจากคำว่า Elektron ในภาษากรีก ซึ่งหมายถึงอำพันอำพัน (Amber) คือยางสนที่แข็งตัวจนเกือบกลายเป็นหิน มีลักษณะคล้ายพลาสติกโปร่งแสง มีสีน้ำตาลแกมแดง สามารถขัดให้แวววาวได้ง่าย นิยมทำเป็นเครื่องประดับ มีมากในประเทศเยอรมัน และโปแลนด์ เกิดจากต้นสนทับถมกันจมดินจมน้ำมานานนับพันนับหมื่นปี อำพันมีความแข็ง 6 (เพชรซึ่งแข็งที่สุดมีความแข็ง 10)

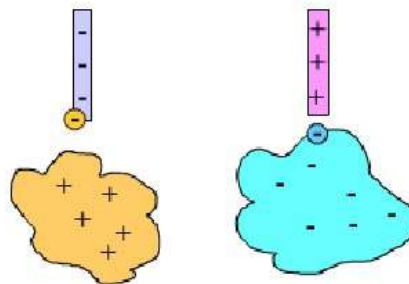
ประจุไฟฟ้า คือ ตัวที่ทำให้วัตถุเดิมซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าแสดงอำนาจไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือประจุไฟฟ้าบวก (+) และประจุไฟฟ้าลบ (-)

โครงสร้างของอะตอม อะตอมเป็นแหล่งให้ประจุ อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่งมีประจุบวกเรียกว่า โปรตอนและอนุภาคเป็นกลางทางไฟฟ้าเรียกว่านิวตรอนรวมอยู่ด้วยกันในนิวเคลียสรอบๆ นิวเคลียสจะมีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเรียกว่าอิเล็กตรอนโคจรรอบๆ นิวเคลียส โดยปกติอะตอมจะเป็นกลางคือมีประจุบวกและประจุลบเท่ากัน

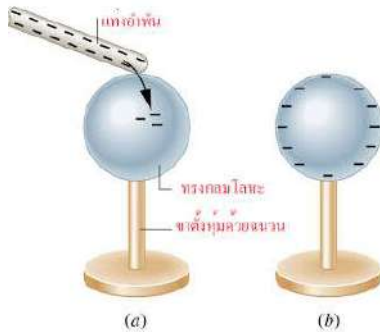
อนุภาค	มวลสาร(กิโลกรัม)	ประจุไฟฟ้า (C)	ชนิดประจุ
อิเล็กตรอน	9.1×10^{-31}	1.6×10^{-19}	ลบ
โปรตอน	1.67×10^{-27}	1.6×10^{-19}	บวก
นิวตรอน	1.67×10^{-27}	เป็นกลาง	ไม่ปรากฏ

การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีอำนาจทางไฟฟ้า ทำได้ 3 วิธี ดังนี้

4. การขัดสีหรือการถู เกิดจากการนำวัตถุ 2 ชนิดมาขัดสี หรือถูกัน จะทำให้มีการถ่ายเทของประจุไฟฟ้า (อิเล็กตรอน)ระหว่างวัตถุทั้งสอง วัตถุใดสูญเสียอิเล็กตรอนไป วัตถุนั้นจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนวัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนมา จะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ในการขัดสีหรือถู จำนวนประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวัตถุทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีประจุไฟฟ้าเป็นชนิดตรงข้ามสำหรับคนที่สวมใส่รองเท้าหนังแล้วเดินไปบนพื้นปูด้วยขนสัตว์หรือ

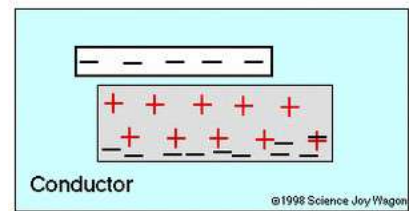


พรหม เมื่อเดินไปจับลูกบิดประตูจะมีความรู้สึกว่าถูกไฟช็อต ที่เป็นเช่นนี้เราสามารถอธิบายได้ว่า เกิดประจุไฟฟ้าขึ้นจากการขัดสีของวัตถุ 2 ชนิด วัตถุใดสูญเสียอิเล็กตรอนไปจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนวัตถุใดได้รับอิเล็กตรอนมาจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุที่มาขัดสีกัน



5. การแตะหรือสัมผัส โดยการนำวัตถุที่มีอำนาจทางไฟฟ้าไปแตะหรือสัมผัสกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้มีการถ่ายเทของอิเล็กตรอน จนกระทั่งวัตถุทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันจึงหยุดการถ่ายเท หลังการสัมผัสหรือการแตะจะทำให้วัตถุซึ่งเดิมเป็นกลางจะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกับประจุไฟฟ้าของวัตถุที่นำมาแตะ โดยขนาดของประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า(เดิม)จะมีค่าเท่ากับขนาดประจุไฟฟ้าที่ลดลงของวัตถุที่นำมาแตะ

6. โดยการเหนี่ยวนำ โดยการนำวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าเข้าไปใกล้ๆ วัตถุที่เป็นกลาง (แต่ไม่แตะ) จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้ประจุไฟฟ้าที่อยู่ในวัตถุที่เป็นกลางเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ เนื่องจากแรงทางคูลอมบ์ เป็นผลทำให้วัตถุที่เป็นกลางจะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น



โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของวัตถุ	ลักษณะของแรงที่กระทำต่อกัน
แผ่นพีวีซี กับ แผ่นพีวีซี	
แผ่นเปอร์สเปกซ์ กับ แผ่นเปอร์สเปกซ์	
แผ่นพีวีซี กับ แผ่นเปอร์สเปกซ์	

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตอนที่1

- เหตุใดเมื่อนำแท่งแก้วไปถูผ้าสักหลาดแล้วแท่งแก้วจึงมีประจุไฟฟ้าสะสมเป็นบวก
 - เพราะแท่งแก้วจ่ายประจุลบ (อิเล็กตรอน) ให้แก่ผ้าสักหลาดฝ่ายเดียว
 - เพราะแท่งแก้วรับประจุบวก (โปรตอน) จากผ้าสักหลาด
 - เพราะแท่งแก้วรับประจุบวก (โปรตอน) จากสิ่งแวดล้อม
 - เพราะแท่งแก้วจ่ายประจุลบ (อิเล็กตรอน) ให้แก่ผ้าสักหลาดมากกว่าที่รับมา
- กำหนดให้ผ้าไหมจ่ายอิเล็กตรอนได้มากกว่าแท่งพีวีซี เมื่อนำแท่งพีวีซีไปถูผ้าไหมแล้วดึงแท่งพีวีซีออกจากผ้าไหม แท่งพีวีซีจะมีประจุไฟฟ้าสะสมเป็นบวกหรือลบ
 - เป็นลบ เพราะแท่งพีวีซีจะรับอิเล็กตรอนจากผ้าไหมมากกว่าที่จ่ายไป
 - เป็นลบ เพราะแท่งพีวีซีจะรับอิเล็กตรอนมาจากสิ่งแวดล้อม
 - เป็นบวก เพราะแท่งพีวีซีจะจ่ายอิเล็กตรอนแก่ผ้าไหมมากกว่ารับมา
 - เป็นบวก เพราะแท่งพีวีซีจะจ่ายอิเล็กตรอนให้แก่สิ่งแวดล้อม
- เมื่อนำแท่งพีวีซีไปถูผ้าไหมประจุไฟฟ้าบวก (โปรตอน) จะสามารถหลุดจากแท่งพีวีซีไปหาผ้าไหมได้หรือไม่
 - ได้ เพราะแรงเสียดทานมีมากพอ
 - ได้ เพราะโปรตอนมีขนาดเล็ก
 - ไม่ได้ เพราะโปรตอนอยู่ในนิวเคลียส
 - ไม่ได้ เพราะโปรตอนมีมวลมากเคลื่อนย้ายได้ยาก
- (แนว มข) เมื่อนำสาร ก. มาถูกับสาร ข. พบว่าสาร ก. มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น สาร ก. ต้องเป็นสารใด
 - ตัวนำ
 - ฉนวน
 - กึ่งตัวนำ
 - โลหะ
- เมื่อนำแท่งพีวีซีที่ถูกับผ้าสักหลาดแล้วไปวางใกล้ๆ กับลูกพิธที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะสังเกตเห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังนี้
 - ลูกพิธจะหยุดนิ่ง
 - ลูกพิธจะเคลื่อนที่เข้าหาแท่งพีวีซี
 - ลูกพิธจะเคลื่อนที่ออกห่างจากแท่งพีวีซี
 - ลูกพิธจะเคลื่อนที่เข้าหาแท่งพีวีซีในตอนแรก แล้วจะเคลื่อนที่จากไปภายหลัง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_2

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า ชนิดของประจุไฟฟ้า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ได้ และคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. สาระสำคัญ

ประจุไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายได้ ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผลรวมของประจุของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงต้องเท่ากับผลรวมของประจุหลังการเปลี่ยนแปลง ตัวนำ เป็นวัตถุที่สามารถนำไฟฟ้าได้ ฉนวน เป็นวัตถุที่นำไฟฟ้าได้ไม่ดี การเหนี่ยวนำไฟฟ้า เป็นการนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำใดๆ จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำตรงส่วนด้านที่ใกล้วัตถุ และการเกิดประจุชนิดเดียวกันบนตัวนำด้านที่ไกลวัตถุ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้า และการเหนี่ยวนำได้ (K)
2. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อแสดงวิธีการทำให้ตัวนำที่เป็นกลาง มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ และอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ (P)
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

อะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อเสียอิเล็กตรอนไปจะกลายเป็นอะตอมที่แสดงอำนาจไฟฟ้าบวก ส่วนอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะแสดงอำนาจไฟฟ้าลบ การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยที่ผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบยังคงเท่าเดิม ซึ่งข้อสรุปนี้เราเรียกว่า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

วัตถุที่มีประจุไฟฟ้า จะส่งอำนาจไฟฟ้าออกไปในบริเวณรอบ ๆ เรียกว่า สนามไฟฟ้า ถ้านำวัตถุอื่น ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าเข้ามาในสนามไฟฟ้า จะทำให้วัตถุนั้นแสดงอำนาจไฟฟ้าออกมา และจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวกและลบเกิดขึ้นพร้อมกันบนผิววัตถุนั้น เราเรียกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า และเรียกประจุที่เกิดขึ้นว่า ประจุไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced charge) โดยประจุไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดทางด้านใกล้ประจุไฟฟ้าที่นำมาล่อ จะเป็นประจุไฟฟ้าต่างชนิดกับประจุไฟฟ้าที่นำมาล่อเสมอ

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยนำลูกโป่งมาถูกับเสื้อแล้วเอาลูกโป่งไปวางใกล้ๆ เศษกระดาษชิ้นเล็กๆ ซึ่งลูกโป่งที่หลังจากนำไปถูกับเสื้อแล้วเอาไปวางใกล้ๆ กระดาษชิ้นเล็กๆ ลูกโป่งดูดกระดาษชิ้นเล็กๆ นั้น
- 1.2 ครูถามนักเรียนว่า “ทำไมลูกโป่งจึงสามารถดูดเศษกระดาษได้” (เกิดจากแรงทางไฟฟ้าสถิต)
- 1.3 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นเหมือนลูกโป่งดูดกระดาษ (ไม้บรรทัดดูดกระดาษ ปากกาดูดกระดาษ หัวดูดเส้นผม ลูกโป่งดูดเส้นผม)
- 1.4 ครูถามนักเรียนว่า “ในการที่นำวัตถุไปถูกับอีกวัตถุหนึ่งนั้น ประจุของวัตถุนั้นจะเป็นอย่างไร” (เท่าเดิม/เปลี่ยนแปลง)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน
- 2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ในใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า และสรุปใจความสำคัญลงสมุดบันทึกของตนเอง
- 2.3 ครูถามนักเรียนว่า “ที่เราบอกว่า การที่ลูกโป่งสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็กๆ ได้นั้น เกิดจากแรงทางไฟฟ้าสถิต แรงนั้นคืออะไร” (แรงดูด แรงผลัก ที่เกิดจากประจุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน)
- 2.4 ครูให้นักเรียนทำนายว่า “ถ้าครูเอาแผ่นพีวีซีที่ถูกับผ้าสักหลาด นำไปวางใกล้ๆ ลูกพิธ ลูกพิธจะเคลื่อนที่อย่างไร” (เบนออก/เบนออกกับแผ่นพีวีซี)
- 2.5 ครูให้นักเรียนทำนายว่า “ถ้าครูเอาแท่งแก้วที่ถูกับผ้าสักหลาด นำไปวางใกล้ๆ ลูกพิธ ลูกพิธจะเคลื่อนที่อย่างไร” (เบนออก/เบนออกกับแผ่นพีวีซี)
- 2.6 ครูและนักเรียนอภิปรายวิธีทำการทดลองตามสื่อนำเสนอ(power point)
- 2.7 นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกพิธ และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(explanation) 20 นาที

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง
- 3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อนำแผ่นพีวีซีที่มีประจุเข้าใกล้ลูกพิธ ลูกพิธที่แขวนจะเบนออกจากแผ่นพีวีซี ซึ่งลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า

4. ขยายความรู้(elaboration) 20 นาที

- 4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้เกี่ยวกับการนำไฟฟ้า ในใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า และหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้า สรุปใจความสำคัญ และบันทึกลงในสมุดบันทึกของตนเอง

5. ประเมิน(evaluation) 15 นาที

- 5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
- 5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ
- 5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
4. สื่อนำเสนอ (power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ได้แก่
 - http://www.youtube.com/watch?v=oYQgi3sxMVU&list=PLt_7xIkyvOagXj6Scv_tXdA6o3ILFk0iu
 - <http://www.youtube.com/watch?v=wnwF6nnX5uE&hd=1>
 - <https://sites.google.com/site/sutharatnumber21/bth-thi-1-fifasthit/1-1praktkarn-thrmchati-khxng-fifa>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า	-คำถาม -ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า	-ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึกพฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
7 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 9 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกตพฤติกรรม

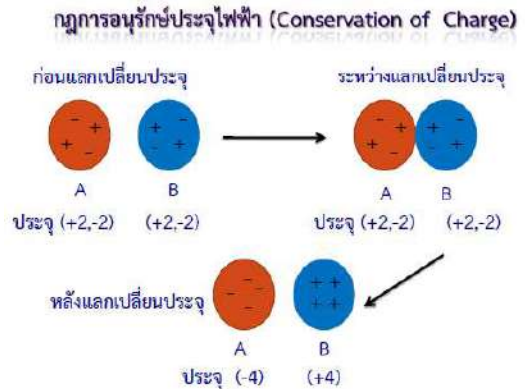
รายการสังเกต		ระดับการปฏิบัติ		
		สม่ำเสมอ (3)	บ่อยครั้ง (2)	น้อยครั้ง (1)
มีวินัย	เข้าเรียนตรงเวลา			
	ส่งงานตรงต่อเวลา			
ใฝ่เรียนรู้	เข้ากิจกรรมการเรียนรู้			
	สนใจเรียนตลอดเวลา			
	แบ่งหน้าที่กันชัดเจน			
ทำงานกลุ่ม	ทำงานตามหน้าที่ที่รับมอบหมาย			
	รับฟังความคิดเห็นของคนอื่น			
รวม				
คะแนนที่ได้				

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม./..... เลขที่.....

กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

วัตถุทุกชนิดประกอบขึ้นจากอะตอมจำนวนมาก ซึ่งอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสเป็นแกนกลางภายในนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนซึ่งมีประจุบวก $+1.6 \times 10^{-19}$ คูโลมป์ และนิวตรอน ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า และมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุ -1.6×10^{-19} คูโลมป์ โคจรรอบๆ นิวเคลียส โดยปกติแล้วในอะตอมหนึ่งๆจะมีจำนวนโปรตอนและนิวตรอนเท่ากัน ดังนั้นผลรวมของประจุไฟฟ้าของอะตอมจึงมีค่าเป็น ศูนย์ อะตอมในสภาวะปกติจึงไม่แสดงอำนาจทางไฟฟ้า หรือเรียกอีกอย่างว่าอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า ดังนั้นวัตถุในสภาวะปกติจึงเป็นกลางทางไฟฟ้า สำหรับอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อเสียอิเล็กตรอนไปจะกลายเป็นอะตอมที่แสดงอำนาจไฟฟ้าบวก ส่วนอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะแสดงอำนาจไฟฟ้าลบ การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่ แต่เป็นเพียงการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยที่ผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบยังคงเท่าเดิม ซึ่งข้อสรุปนี้เราเรียกว่า **กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า**



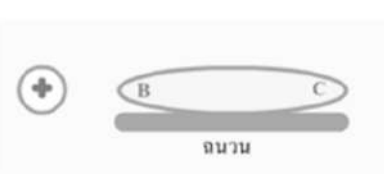
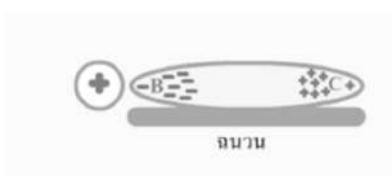
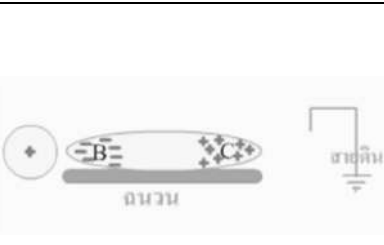
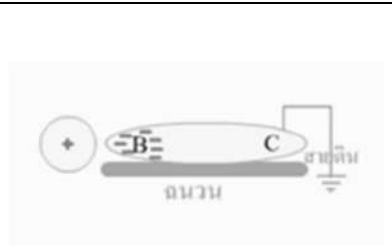
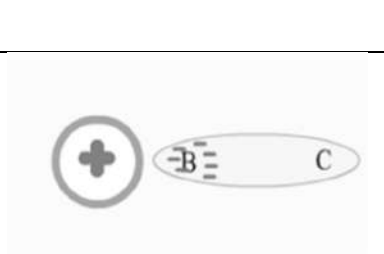
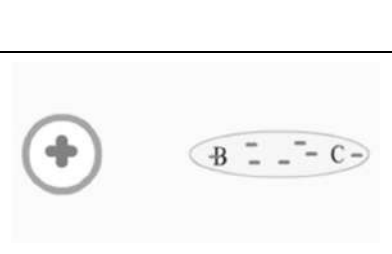
เมื่อนำประจุไฟฟ้าบวกเข้ามาใกล้ๆ วัตถุ จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในวัตถุ เมื่อนำประจุไฟฟ้าบวกเข้ามาใกล้ๆ แท่งตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดึงดูดกับอิเล็กตรอนในแท่งตัวนำ ทำให้อิเล็กตรอนในแท่งตัวนำเกิดการเคลื่อนที่ จากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายด้านใกล้ประจุบวก ทำให้ปลายด้านใกล้จะมีอิเล็กตรอนมากกว่าปกติ ขณะที่ปลายด้านไกลจะมีประจุบวกมากกว่าปกติ ซึ่งวัตถุนี้ เรียกว่า **ตัวนำไฟฟ้า** เรียกสั้นๆ ว่า **ตัวนำ** โดยตัวนำไฟฟ้า คือ วัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปได้โดยสะดวก เช่น โลหะต่างๆ สารละลายของกรด เบส และเกลือ เป็นต้น ตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดคือ เงิน

เมื่อเอาวัตถุที่มีประจุบวกมาใกล้ๆ วัตถุ จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งของอะตอมไปยังด้านตรงข้ามของอะตอมนั้น โดยไม่ได้เคลื่อนที่ไปยังปลายด้านตรงกันข้ามแบบตัวนำ จึงไม่ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้มากเป็นผลทำให้อะตอมนั้น หรือเคลื่อนที่ไม่สะดวก ทำให้วัตถุนี้ยังคงเป็นกลางทางไฟฟ้าเช่นเดิม (ประจุไม่ได้แยกออกจากกัน) ซึ่งวัตถุนี้ เรียกว่า **ฉนวนไฟฟ้า** เรียกสั้นๆ ว่า **ฉนวน** ดังนั้นถ้าเราให้ประจุไฟฟ้าแก่ฉนวน ประจุจะไม่เคลื่อนที่ไปจากเดิม (คงอยู่ที่เดิม) โดยฉนวนไฟฟ้า คือ วัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปโดยสะดวก หรือไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไป เช่น กระเบื้องเคลือบ ยางอีพอกไซด์ เป็นต้น

ข้อสังเกต อิเล็กตรอนเท่านั้นที่มีการเคลื่อนที่ ส่วนประจุไฟฟ้าบวกจะไม่เคลื่อนที่เพราะมีมวลมากกว่าอิเล็กตรอนมาก

การเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Electrical Induction)

วัตถุที่มีประจุไฟฟ้า จะส่งอำนาจไฟฟ้าออกไปในบริเวณรอบๆ เรียกว่า สนามไฟฟ้า ถ้านำวัตถุอื่น ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าเข้ามาในสนามไฟฟ้า จะทำให้วัตถุนั้นแสดงอำนาจไฟฟ้าออกมา และจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวกและลบเกิดขึ้นพร้อมกันบนผิววัตถุนั้น เราเรียกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า และเรียกประจุที่เกิดขึ้นว่า ประจุไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced charge) โดยประจุไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดทางด้านใกล้ประจุไฟฟ้าที่นำมาล่อ จะเป็นประจุไฟฟ้าต่างชนิดกับประจุไฟฟ้าที่นำมาล่อเสมอ ดังตารางด้านล่าง

นำวัตถุซึ่งเป็นประจุบวก เข้าใกล้วัตถุ BC ซึ่งเป็นกลาง ทำให้อิเล็กตรอนมาอยู่ที่ปลาย B ทำให้ปลาย C เป็นประจุบวก ดังรูป		
เอานิ้วแตะหรือต่อสายดินที่ปลาย C (อิเล็กตรอนจากโลกจะเคลื่อนที่ขึ้นมารวมกับประจุบวกในจำนวนที่เท่ากับจำนวนประจุในปลาย C) แล้วเอานิ้วออก หรือเอาสายดินออก ขณะที่วัตถุที่เป็นประจุบวกยังเหนี่ยวนำอยู่ ดังรูป		
เอาวัตถุที่มีประจุบวกออก ประจุลบจะกระจายทั่ว BC ทำให้ตัวนำ BC เป็นลบ แต่ถ้าวัตถุที่นำมาเหนี่ยวนำมีประจุลบ ก็จะทำให้วัตถุ BC มีประจุเป็นบวก ดังรูป		
อิเล็กตรอนจะเป็นตัวเคลื่อนที่เสมอ ดังนั้นเวลาเราเอานิ้วแตะหรือต่อลงดิน อิเล็กตรอนจากปลาย C จะลงดินหรือไหลจากดินขึ้นมา ทำให้ปลาย C เป็นกลาง และวัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำจะสูญเสียประจุ		

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สิ่งที่ทำนาย

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของวัตถุ	การเคลื่อนที่ของลูกพิธ
แผ่นพีวีซี	
แท่งแก้ว	

วิเคราะห์ผลการทดลอง

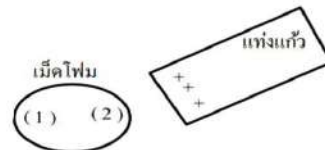
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

- นำเม็ดโพลัมที่เป็นทรงกลมเล็กๆ และฉาบด้วยโลหะหรือสารที่เป็นตัวนำไปแขวนด้วยเส้นด้ายแล้วปล่อยให้ห้อยอยู่ในแนวตั้ง โดยผิวของทรงกลมเล็กๆ นั้นสัมผัสกับแท่งวัตถุ A ที่วางบนฝาขวดพลาสติก แล้วนำแท่งวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาแตะอีกปลายหนึ่งของแท่งวัตถุ A ดังรูป ทรงกลมจะมีลักษณะอย่างไร
ถ้า ก. วัตถุ A เป็นตัวนำ ข. วัตถุ A เป็นฉนวน
.....
.....
.....
- การที่อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมหนึ่งไปสู่อีกอะตอมหนึ่ง ทำให้อะตอมทั้งสองมีประจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
.....
.....
.....
.....
.....
- การถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ากับวัตถุตัวนำที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย
.....
.....
.....
.....
- จากรูปเป็นการนำแท่งแก้วที่มีประจุไฟฟ้าบวกสะสมอยู่ ไปจ่อใกล้เม็ดโพลัมที่เป็นกลางทางไฟฟ้า (มีประจุไฟฟ้าบวกและลบในจำนวนที่เท่ากัน) ในบริเวณที่ 1 และ 2 ในรูปภาพจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกหรือลบตามลำดับ เพราะเหตุใด



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_3

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า ชนิดของประจุไฟฟ้า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ได้ และคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. สาระสำคัญ

แรงที่เกิดระหว่างประจุไฟฟ้า มีทั้งแรงดูดและแรงผลัก และเป็นแรงต่างร่วม คือ ทั้ง 2 ฝ่าย จะออกแรงกระทำซึ่งกันและกันด้วยแรงเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม ประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน และประจุต่างชนิดกันจะดูดกัน Charles Augustin de Coulomb ได้ทำการทดลองและสรุปผลเป็นกฎไว้ คือ แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุแต่เป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างประจุนั้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายบอกความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า ระยะระหว่างประจุไฟฟ้า และปริมาณประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นกฎของคูลอมบ์ได้ (K)
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ (P)
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

แรงที่เกิดระหว่างประจุไฟฟ้า มีทั้งแรงดูดและแรงผลัก และเป็นแรงต่างร่วม คือ ทั้ง 2 ฝ่าย จะออกแรงกระทำซึ่งกันและกันด้วยแรงเท่ากัน แต่ทิศตรงข้าม

ข้อควรจำเกี่ยวกับการคำนวณ เรื่อง แรงระหว่างประจุ

1. แรงระหว่างประจุเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการแทนค่าประจุในสมการ ไม่ต้องคิดเครื่องหมายของประจุ เพราะเครื่องหมายของประจุ มีไว้สำหรับกำหนดทิศทางของแรง
2. แรงระหว่างประจุเป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ดังนั้น แรงระหว่างประจุของจุดประจุคู่หนึ่งๆ จึงมีขนาดเท่ากัน
3. ถ้ามีจุดประจุมากกว่า 2 จุด แรงระหว่างประจุที่กระทำต่อจุดประจุใด จะเป็นแรงลัพธ์ที่กระทำต่อจุดประจุนั้น

วัตถุใดที่มีประจุไฟฟ้านั้น เนื่องมาจากวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอน หรือได้รับอิเล็กตรอน จากภายนอก เข้ามา เมื่อวัตถุได้รับอิเล็กตรอนเข้ามาทำให้วัตถุนั้นมีประจุลบ แต่ถ้าวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอนไป ทำให้วัตถุนั้นมีประจุบวก

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ครูทบทวนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับชนิดของแรง และชนิดของประจุ
- 1.2 นักเรียนตอบคำถามของครู เกี่ยวกับชนิดของแรง และชนิดของประจุ (แรงผลัก แรงดูด ประจุบวก ประจุลบ)
- 1.3 ครูถามนักเรียนว่า “ขนาดของแรงระหว่างประจุ มีค่าขึ้นกับปริมาณอะไร”

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ ในใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ และหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 20 นาที

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นที่ได้
- 3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งจนได้ข้อสรุปว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง และแรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้า

4. ขั้นขยายความรู้(elaboration) 20 นาที

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับแรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
- 4.2 นักเรียนสรุปใจความสำคัญและบันทึกลงในสมุดบันทึกของตนเอง

5. ขั้นประเมิน(evaluation) 15 นาที

- 5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
- 5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้ให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ
- 5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
3. ใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
4. สื่อนำเสนอ (power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ ได้แก่
 - <http://weerajit14.blogspot.com/p/blog-page.html>
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76274
 - <http://www.kmitl.ac.th/~ktbencha/project44/CAI/Electrostatics/Coulomb.html>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์	-คำถาม -ใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	-ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์	-ใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึกพฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 36 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
18 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

คูลอมบ์ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและได้พบว่า

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง
2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้า

ซึ่งสามารถสรุปเป็นกฎของคูลอมบ์ได้ว่า "แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุแต่เป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทาง ระหว่างประจุนั้น"

การคำนวณแรงระหว่างประจุ

Charles Augustin de Coulomb เป็นผู้วัดแรงระหว่างประจุ แรงระหว่างประจุเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุทั้งสองนั้น



ภาพประกอบที่ 15c

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)



ภาพประกอบที่ 16c

เครื่องมือหาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

และพบว่า แรงระหว่างประจุนั้นอยู่กับประจุที่จะกระทำกันด้วย

$$F \propto \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{K Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$K = 8.98747 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

$$\approx 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

หมายเหตุ เราอาจใช้ค่า K เป็นรูป ϵ_0 (Permittivity constant) ได้ดังนี้

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = 8.85418 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$$

ซึ่งแทนค่า จะได้ $K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

ข้อควรจำ เกี่ยวกับการคำนวณ เรื่อง แรงระหว่างประจุ

1. แรงระหว่างประจุเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการแทนค่าประจุในสมการ $F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$ ไม่ต้องคิดเครื่องหมายของประจุ เพราะเครื่องหมายของประจุ มีไว้สำหรับกำหนดทิศทางของแรง
2. แรงระหว่างประจุเป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ดังนั้นแรงระหว่างประจุของจุดประจุคู่หนึ่งๆ จึงมีขนาดเท่ากัน
3. ถ้ามีจุดประจุมากกว่า 2 จุด แรงระหว่างประจุที่กระทำต่อจุดประจุใด จะเป็นแรงลัพธ์ที่กระทำต่อจุดประจุนั้น

จำนวนโปรตอนหรือจำนวนอิเล็กตรอนบนวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า

วัตถุใดที่มีประจุไฟฟ้านั้น เนื่องมาจากวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอน หรือได้รับอิเล็กตรอน จากภายนอกเข้ามา เมื่อวัตถุได้รับอิเล็กตรอนเข้ามาทำให้วัตถุนั้นมีประจุลบ แต่ถ้าวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอนไป ทำให้วัตถุนั้นมีประจุบวก

เนื่องจากอนุภาคโปรตอนและอนุภาคอิเล็กตรอน ต่างก็มีขนาดของประจุเท่ากัน คือ 1.6×10^{-19} คูโลมบ์ จึงสามารถคำนวณหาจำนวนโปรตอนหรือจำนวนอิเล็กตรอนบนวัตถุที่มีประจุได้ ดังสมการ

$$\boxed{n = \frac{Q}{e}} \quad \text{กำหนดให้} \quad n = \text{จำนวนโปรตอนหรือจำนวนอิเล็กตรอน}$$
$$Q = \text{ประจุบนวัตถุ}$$

$$e = \text{ประจุของโปรตอนหรืออิเล็กตรอน 1 อนุภาค เท่ากับ } 1.6 \times 10^{-19} \text{ คูโลมบ์}$$

หมายเหตุ

1. ไม่ต้องใส่เครื่องหมายประจุในการคำนวณหาแรง เพราะเครื่องหมายเพียงแต่แสดงว่า ประจุดูดกันหรือผลักกันเท่านั้น
2. แรงดูด แรงผลักทางไฟฟ้าสถิต เป็นปริมาณเวกเตอร์ เวลาที่มีหลายแรงมากระทำร่วมกัน จะต้องรวมแบบเวกเตอร์

ตัวอย่าง

สมมติว่าลูกพิท 2 ลูกแต่ละลูกมีประจุ 1.0 คูโลมบ์ เมื่อจุดศูนย์กลางอยู่ห่างกัน เป็น 1.0 เมตร แรงระหว่างประจุที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่าใด

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 3 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. จุดประจุหนึ่งมีประจุ $+6.4 \times 10^{-6}$ คูโลมบ์ จุดประจุนี้มีจำนวนโปรตอนอยู่ทั้งหมดเท่าไร
.....
.....
.....
.....
.....
2. ทรงกลมตัวนำขนาดเท่ากัน 2 อัน แต่ละอันมีรัศมี 1 ซม. ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3×10^{-5} C อันหลังมีประจุ -1×10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองอันแตะกัน และแยกนำไปวางไว้ให้ผิวทรงกลมทั้งสองห่างกัน 8 ซม. ขนาดของแรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด
.....
.....
.....
.....
.....
3. ทรงกลมตัวนำ P และ Q ประจุไฟฟ้า 4×10^{-8} C และ 9×10^{-8} C ตามลำดับ วางห่างกัน 0.6 เมตร บนพื้นระนาบเกลี้ยงที่เป็นฉนวน ถ้า P มีมวล 0.18 กรัม จงหาความเร่งของทรงกลม P ทันที
.....
.....
.....
.....
.....
4. ประจุ q คูโลมบ์ 2 ตัว วางห่างกัน r เมตร เกิดแรงระหว่างประจุเท่ากับ F นิวตัน ถ้าเอาประจุ 2q คูโลมบ์ วางห่างจากประจุ q คูโลมบ์ เป็นระยะ r เมตร จะเกิดแรงระหว่างประจุเท่าไร
.....
.....
.....
.....
.....

5. อนุภาค A มีประจุเป็น 2 เท่าของประจุ บนอนุภาค B ประจุทั้งสองอยู่ห่างกัน 3 ซม. เกิดแรงกระทำ 20 นิวตัน จงหาประจุบนอนุภาค B

.....

.....

.....

.....

.....

6. จงหาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า +50 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ห่างกัน 5 มม. ในอากาศ

.....

.....

.....

.....

.....

7. ตัวนำชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน 2 ลูก ลูกหนึ่งมีประจุ $+4 \times 10^{-5}$ C อีกลูกหนึ่งมีประจุ -2×10^{-5} C มาแตะกัน แล้วจับแยกออกจากกันวางให้ห่างกัน 0.1 เมตร จงหาแรงระหว่างประจุที่เกิดขึ้นบนตัวนำแต่ละลูกหลังแตะกัน

.....

.....

.....

.....

.....

8. ตัวนำทรงกลม A และ B มีประจุ 0.1, 0.2 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ วางห่างกัน 5 ซม. บนพื้นระนาบผิวเกลี้ยงที่เป็นฉนวน เมื่อปล่อยทรงกลมทั้งสองออกพร้อมๆ กัน ให้เคลื่อนที่โดยอิสระ จงหาความเร่งของทรงกลม B ขณะที่ทรงกลมทั้งสองอยู่ห่างกัน 30 ซม. กำหนดมวล B มีค่าเท่ากับ 0.4 กรัม

.....

.....

.....

.....

.....

9. ประจุ q คูლობ์ 2 ตัว วางห่างกัน r เมตร เกิดแรงระหว่างประจุเท่ากับ $2F$ นิวตัน ถ้าเอาประจุ $4q$ คูლობ์ วางห่างกัน q คูლობ์ เป็นระยะ r เมตร จะเกิดแรงระหว่างประจุเป็นกี่เท่าของกรณีแรก

.....

.....

.....

.....

.....

10. จุดประจุ 2 จุด ขนาด 4 ไมโครคูლობ์ และ -6 ไมโครคูლობ์ วางห่างกัน เป็นระยะ d ซม. จะเกิดแรงกระทำระหว่างประจุ 15 นิวตัน ถ้านำไปวางห่างกัน $d/2$ ซม. จะเกิดแรงกระทำระหว่างประจุทั้งสองขนาดเท่าไร

.....

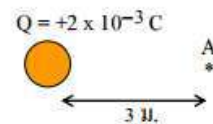
.....

.....

.....

.....

11. จากรูปจงหาว่าสนามไฟฟ้าของประจุ $+2 \times 10^{-3}$ คูლობ์ ณ จุด A ในรูปจะมีความเข้มกี่นิวตัน/คูლობ์ และมีทิศไปทางซ้ายหรือขวา



.....

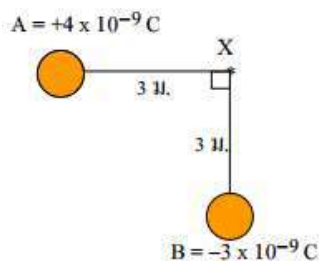
.....

.....

.....

.....

12. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่จุด X มีขนาดเท่าใด



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_4

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายสนามไฟฟ้า เส้นสนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุและความจุ การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์และอันตราย พร้อมคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

2. สาระสำคัญ

บริเวณใดที่มีแรงกระทำต่อจุดประจุเรียกว่าบริเวณนั้นมีสนามไฟฟ้า โดยแรงที่กระทำต่อประจุบวกหนึ่งหน่วยซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใด ๆ คือสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น

เส้นแรงไฟฟ้าคือเส้นที่แสดงทิศของสนามไฟฟ้ารอบ ๆ จุดประจุ ภายในของตัวนำวงกลมซ้อนกันไม่มีเส้นแรงไฟฟ้า บริเวณที่มีเส้นแรงไฟฟ้ามากค่าสนามไฟฟ้าก็จะมาก ถ้าเส้นแรงมีความสม่ำเสมอสนามไฟฟ้าก็สม่ำเสมอด้วย สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในที่ว่างภายในตัวนำทรงกลมใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์ สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำ จะมีทิศตั้งฉากกับผิวเสมอ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสนามไฟฟ้า และเส้นสนามไฟฟ้าได้ (K)
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาขนาด และทิศทางของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากจุดประจุหนึ่งจุดประจุและหลายจุดประจุที่เป็นชนิดเดียวกันหรือต่างกันได้ (P)
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

สนามไฟฟ้า หมายถึง "บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้า สามารถส่งอำนาจไปถึง" ซึ่งจุดที่อยู่ใกล้ประจุไฟฟ้าต้นกำเนิดสนาม จะมีความเข้มของสนามไฟฟ้าสูงกว่าจุดที่อยู่ ห่างไกลออกไป หน่วยของสนามไฟฟ้าคือนิวตันต่อคูลอมบ์ หรือโวลต์ต่อเมตร เส้นแรงไฟฟ้า หมายถึง เส้นสมมติที่ใช้เขียนเพื่อแสดงสนามไฟฟ้าโดยทิศทางของสนามไฟฟ้า ความหนาแน่นของเส้นแรงไฟฟ้าแสดงถึงขนาดความเข้มของสนามไฟฟ้า ถ้าเส้นแรงหนาแน่นมากหมายถึงค่าความเข้มสนามไฟฟ้ามากด้วย

สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม

พิจารณาตัวนำทรงกลมกลวงหรือตันที่มีประจุไฟฟ้าอิสระ ประจุจะกระจายอยู่ที่ผิวของตัวนำทรงกลมสม่ำเสมอ ซึ่งพบว่าทรงกลมที่มีประจุนี้ จะแผ่สนามไฟฟ้าไปโดยรอบ และเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอนี้ ทำให้เราอาจหาสนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลมได้ โดยพิจารณาว่า ทรงกลมนี้ประพฤติตัวเหมือนจุดประจุ รวมกันอยู่ตรงกลางทรงกลม

สรุป

1. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ ในที่ว่างภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์
2. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่ง ที่ติดกับผิวของตัวนำ จะมีทิศตั้งฉากกับผิวเสมอ

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับประจุที่มีแรงไฟฟ้ากระทำต่อกันตามกฎของคูลอมบ์ โดยทบทวนการทดลองนำลูกโป่งถูกับเสื้อ แล้วนำไปใกล้ๆ เส้นผม และการทดลองเรื่องการเหนี่ยวนำของลูกพิธ แล้วอภิปรายว่า บริเวณที่มีแรงไฟฟ้ากระทำกับลูกโป่ง หรือบริเวณที่มีแรงไฟฟ้ากระทำกับลูกพิธ เราเรียกบริเวณนั้นว่า สนามไฟฟ้า
- 1.2 ครูถามนักเรียนว่า “เราจะรู้ได้อย่างไรว่า บริเวณไหนที่มีสนามไฟฟ้า” (นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปวางใกล้ๆ ตำแหน่งที่จะทดสอบ)
- 1.3 ครูอภิปรายถึงสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 1.4 ครูถามนักเรียนว่า “แรงที่กระทำกับต่อประจุทดสอบมีความสัมพันธ์อย่างไรกับสนามไฟฟ้า” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า ในใบความรู้ที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 20 นาที

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นที่ได้
- 3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งจนได้ข้อสรุปว่า เมื่อนำประจุไฟฟ้าทดสอบเข้าไปวางแล้วจะเกิดแรงกระทำบนประจุไฟฟ้าทดสอบนั้น สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ ในที่ว่างภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่ง ที่ติดกับผิวของตัวนำ จะมีทิศตั้งฉากกับผิวเสมอ

4. ขยายความรู้(elaboration) 20 นาที

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของแรงทางไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าของจุดประจุสนามไฟฟ้าของประจุทดสอบ จากใบความรู้ที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า และหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
- 4.2 นักเรียนสรุปความเข้าใจที่ได้จากการศึกษาลงในสมุดบันทึกของตนเอง

5. ประเมิน(evaluation) 15 นาที

- 5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า
- 5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ
- 5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า
4. สื่อนำเสนอ (power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้า ได้แก่
 - http://www.sa.ac.th/scsa/sc_work/ks/electric_field.pdf
 - http://weerajit14.blogspot.com/p/blog-page_21.html
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76275
 - http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electromagnetism/sub_lesson/2_2.htm

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้า	-คำถาม -ใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้า	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้า	-ใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้า	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึก พฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้น ไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 10 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
7 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

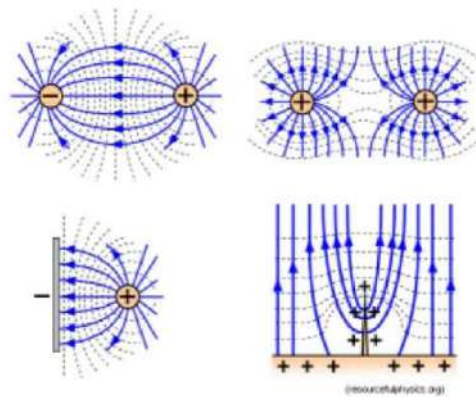
โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้วิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สนามไฟฟ้า (electric field)

สนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้า หมายถึง "บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้า สามารถส่งอำนาจไปถึง" หรือ "บริเวณที่เมื่อนำประจุไฟฟ้าทดสอบเข้าไปวางแล้วจะเกิดแรงกระทำบนประจุไฟฟ้าทดสอบนั้น" ตามจุดต่างๆ ในบริเวณสนามไฟฟ้า ย่อมมีความเข้มของ สนามไฟฟ้าต่างกัน จุดที่อยู่ใกล้ประจุไฟฟ้าต้นกำเนิดสนาม จะมีความเข้มของสนามไฟฟ้าสูงกว่าจุดที่อยู่ ห่างไกลออกไป หน่วยของสนามไฟฟ้าคือนิวตันต่อคูลอมบ์ หรือโวลต์ต่อเมตร

เส้นแรงไฟฟ้า หมายถึง เส้นสมมติที่ใช้เขียนเพื่อแสดงสนามไฟฟ้าโดยทิศทางของสนามไฟฟ้า หรือเส้นที่ใช้แสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุบวกที่วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า ความหนาแน่นของเส้นแรงไฟฟ้าแสดงถึงขนาดความเข้มของสนามไฟฟ้า ถ้าเส้นแรงหนาแน่นมากหมายถึงค่าความเข้มสนามไฟฟ้ามากด้วย



สมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า มีดังนี้

1. มีทิศพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบ
2. แนวเส้นแรงตั้งฉากกับผิวของวัตถุที่มีประจุ
3. เส้นแรงไฟฟ้าไม่ตัดกัน
4. เส้นแรงไฟฟ้าสิ้นสุดที่ผิวนอกของตัวนำ (ภายในตัวนำไม่มีเส้นแรงไฟฟ้า) แต่เส้นแรงไฟฟ้าสามารถผ่านฉนวนไฟฟ้าได้

การวัดค่าของสนามไฟฟ้า ณ จุดใดๆ ซึ่งเรียกว่า ความเข้มของสนามไฟฟ้าวัดได้โดยนำประจุทดสอบ +1 คูลอมบ์ ไปวาง ณ จุดนั้น ค่าของแรงที่เกิดขึ้นบนประจุทดสอบ +1 คูลอมบ์ คือ ค่าความเข้มของสนามไฟฟ้า ณ จุดนั้น มีหน่วยเป็น นิวตัน/คูลอมบ์ หรือ N/C ทิศของสนามไฟฟ้าจะมีทิศเดียวกับทิศของแรงกระทำบนประจุทดสอบ +1 คูลอมบ์

ความเข้มสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ คือแรงทางไฟฟ้าต่อประจุทดสอบ +1 หน่วย ณ จุดนั้น

ถ้าให้

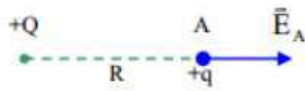
$\vec{E}$ = ความเข้มสนามไฟฟ้า (N/C)

$\vec{F}$ = แรงทางไฟฟ้า (N)

$+q$ = ค่าประจุไฟฟ้า (C)

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

กรณีประจุ +Q



พิจารณาจุด A

จะได้

$$E_A = \frac{F}{q} = \frac{KQq}{R^2 q}$$

$$E_A = \frac{KQ}{R^2}$$

โดยทิศทางของสนามไฟฟ้า ณ จุด A มีทิศออกจากประจุ +Q

พิจารณาจุด B

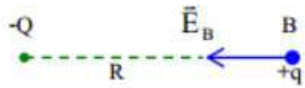
จะได้

$$E_B = \frac{F}{q} = \frac{KQq}{R^2 q}$$

$$E_B = \frac{KQ}{R^2}$$

โดยทิศทางของสนามไฟฟ้า ณ จุด B มีทิศเข้าหาประจุ -Q

กรณีประจุ -Q



ดังนั้น จะได้ว่า $E = \frac{KQ}{R^2}$

เมื่อ Q = ประจุไฟฟ้าที่ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า (C)

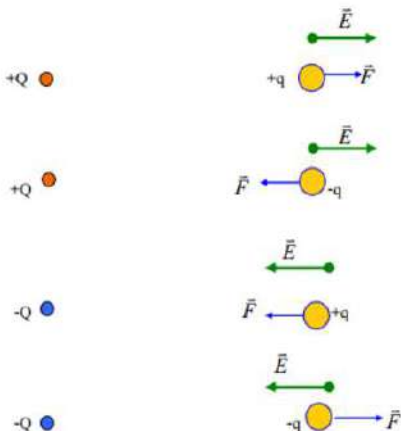
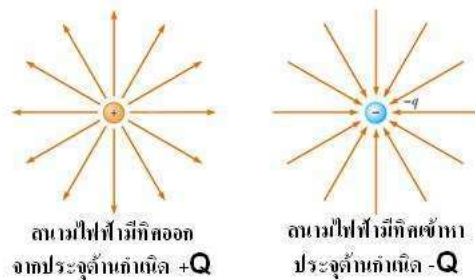
E = ค่าของสนามไฟฟ้า (N/C)

F = แรงกระทำบนประจุทดสอบ +1 คูลอมป์ ทั้งขนาดและทิศทาง

R = ระยะระหว่างประจุ Q ถึงตำแหน่งที่ต้องการหาความเข้มข้นของสนามไฟฟ้า (m)

**เวลาคำนวณไม่ต้องแทนเครื่องหมายของ Q

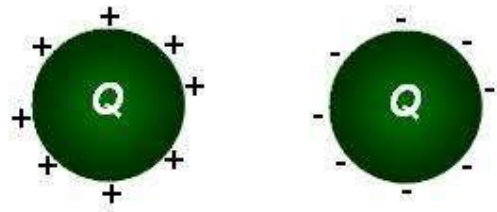
จากการหาค่าความเข้มข้นของสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใดๆ ของประจุ Q จะพบว่าประจุ Q เป็นประจุบวก สนามไฟฟ้ารอบๆ ประจุ +Q จะมีทิศทางพุ่ง ออกจากประจุ +Q ทุกทิศทาง และในกรณีที่ประจุ Q ประจุลบ สนามไฟฟ้ารอบๆ ประจุ -Q จะมีทิศทางพุ่งเข้าหาประจุ -Q ทุกทิศทาง ดังรูป



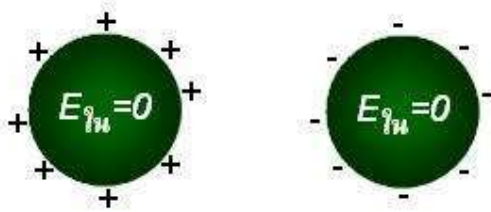
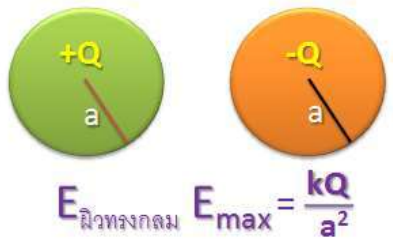
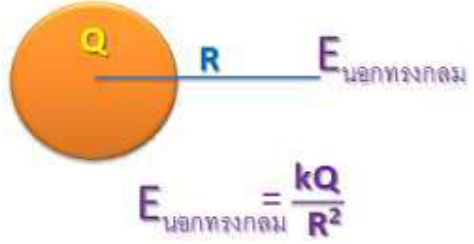
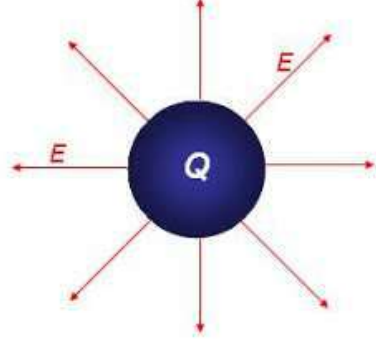
ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของแรงทางไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าของจุดประจุสนามไฟฟ้าของประจุ +q แรง ($\vec{F}$) กับสนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) จะไปในทิศทางเดียวกัน และสนามไฟฟ้าของประจุ -q แรง ($\vec{F}$) กับ สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) จะไปในทิศทางตรงข้ามกัน

สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม

พิจารณาตัวนำทรงกลมกลวงหรือตันที่มีประจุไฟฟ้าอิสระ ประจุจะกระจายอยู่ที่ผิวของตัวนำทรงกลมสม่ำเสมอ ซึ่งพบว่าทรงกลมที่มีประจุนี้ จะแผ่สนามไฟฟ้าไปโดยรอบ และเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอนี้ ทำให้เราอาจหาสนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลมได้ โดยพิจารณาว่า ทรงกลมนี้ประพฤติตัวเหมือนจุดประจุ รวมกันอยู่ตรงกลางทรงกลม



เนื่องจากเส้นแรงไฟฟ้าตั้งฉากกับผิวของตัวนำ และไม่สามารถผ่านทะลุไปในตัวนำได้ ดังนั้น ภายในตัวนำ ค่าความเข้มของสนามไฟฟ้าจึงมีค่าเป็นศูนย์เสมอ และที่ผิวของตัวนำทรงกลมมีความเข้มสนามไฟฟ้ามากที่สุด

สนามไฟฟ้าภายในทรงกลม  สนามไฟฟ้าภายในทรงกลมเป็นศูนย์	สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลม  สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลมมีค่ามากที่สุด
สนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลม  สนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลม(วัดระยะถึงจุดศูนย์กลางทรงกลม)	 สนามไฟฟ้าตั้งฉากกับผิวทรงกลมเสมอ

สรุป

1. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ ในที่ว่างภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์
2. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่ง ที่ติดกับผิวของตัวนำ จะมีทิศตั้งฉากกับผิวเสมอ

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 4 เรื่อง สนามไฟฟ้า

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. หยดน้ำมันเล็กๆ หยดหนึ่งมีมวล 16 มิลลิกรัม ลอยนิ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าซึ่งมีความเข้ม 10^{-7} N/C ถ้าประจุไฟฟ้าของหยดน้ำมันนี้เกิดจากอิเล็กตรอนมีมากเกินไปจนจำนวนโปรตอน จงหา
ก. หยดน้ำมันอิเล็กตรอนอิสระกี่อนุภาค ข. ประจุไฟฟ้าของหยดน้ำมัน (คูลอมบ์)

2. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ยืนในห้องที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ 7000 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศทางพุ่งขึ้นสู่เพดานในแนวดิ่ง ถ้าชายคนนี้ต้องการลอยขึ้นสู่เพดานด้วยความเร่ง 4 เมตรต่อวินาที² เขาจะต้องสร้างประจุไฟฟ้าขนาดเท่าใดให้กับตนเอง

3. หยดน้ำมันมวล 8×10^{-13} kg ถูกทำให้เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง ด้วยความเร็วคงตัวในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าขนาด 5×10^6 N/C ประจุไฟฟ้าบนหยดน้ำมันมีค่าเท่าไร
ก. 1.6×10^{-21} C
ข. 1.6×10^{-20} C
ค. 1.6×10^{-19} C
ง. 1.6×10^{-18} C
4. ที่ตำแหน่ง X ห่างจากจุดประจุขนาด 1.08×10^{-1} C เป็นระยะ 1.8 m จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเป็นเท่าไร
ก. 3.0×10^8 N/C
ข. 9.0×10^8 N/C
ค. 2.7×10^9 N/C
ง. 5.4×10^9 N/C
5. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 cm รัศมีผิวนอก 10 cm มีประจุ 2×10^{-10} C อยากทราบว่าสนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีขนาดเท่าไร
ก. 0 , 281 N/C
ข. 281 , 0 N/C
ค. 0 , 180 N/C
ง. 180 , 0 N/C

6. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (E) มีขนาด 10^4 N/C มีทิศลงตามแนวดิ่ง มีลูกพิทมวล 0.04 g เคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 4 m/s^2 ลูกพิทมีประจุชนิดใด และมีขนาดประจุเท่าไร

- ก. บวก , $1.6 \times 10^{-8} \text{ C}$
- ข. บวก , $2.4 \times 10^{-8} \text{ C}$
- ค. ลบ , $1.6 \times 10^{-8} \text{ C}$
- ง. ลบ , $2.4 \times 10^{-8} \text{ C}$

7. ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งห่างจากจุดประจุหนึ่ง เป็นระยะ 3 cm มีขนาดสนามไฟฟ้า 10^4 N/C ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ห่างจากจุดนี้ 1 cm เป็นเท่าใด

- ก. $0.1 \times 10^4 \text{ N/C}$
- ข. $0.3 \times 10^4 \text{ N/C}$
- ค. $3 \times 10^4 \text{ N/C}$
- ง. $9 \times 10^4 \text{ N/C}$

8. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 cm รัศมีผิวนอก 10 cm มีประจุ $1 \times 10^{-10} \text{ C}$ สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมเป็นเท่าใด

- ก. 0 , 9 N / C
- ข. 0 , 90 N / C
- ค. 9 , 14 N / C
- ง. 14 , 90 N / C

9. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ยืนในห้องที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ 3000 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศทางพุ่งขึ้นสู่เพดานในแนวดิ่ง ถ้าชายคนนี้ต้องการลอยขึ้นสู่เพดานด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที² เขาจะต้องสร้างประจุไฟฟ้าขนาดเท่าใดให้กับตนเอง

- ก. 0.4 คูลอมบ์
- ข. 0.5 คูลอมบ์
- ค. 0.6 คูลอมบ์
- ง. 0.7 คูลอมบ์

10. จุดประจุ 2 ประจุ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จุดประจุ หนึ่งมีค่า $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ หากสนามไฟฟ้า เป็นศูนย์อยู่ระหว่างประจุทั้งสองและห่างจากจุดประจุ $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ เท่ากับ 0.2 เมตรค่าของอีกจุดประจุหนึ่งมีค่าเท่าไร

- ก. 0.9×10^{-8} คูลอมบ์
- ข. 3×10^{-8} คูลอมบ์
- ค. 9×10^{-8} คูลอมบ์
- ง. 30×10^{-8} คูลอมบ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_5

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า สามารถเปรียบเทียบและคำนวณหาศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ให้ได้

2. สาระสำคัญ

ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้าจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้า ซึ่งพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า ที่ตำแหน่งนั้น ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่ง คือ งานในการเคลื่อนประจุบวก 1 หน่วย จากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า คือ ระดับไฟฟ้าที่มีอยู่ในวัตถุนั้นๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานศักย์ไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าได้ (K)
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณเกี่ยวกับพลังงานศักย์ไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ได้ (P)
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

พลังงานศักย์ไฟฟ้า หมายถึง พลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยประจุที่ใช้ในการเคลื่อนประจุไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในสนามไฟฟ้า มีหน่วยเป็นจูล (J)

ศักย์ไฟฟ้า คือ ระดับไฟฟ้าที่มีอยู่ในวัตถุนั้นๆ ซึ่งถ้าปล่อยให้ประจุเคลื่อนที่อย่างอิสระ ประจุลบจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนประจุบวกจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ สามารถคำนวณได้จาก

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (Potential difference) หมายถึง ความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าที่จุดใดๆ หรือวัตถุใดๆ หรือเรียกว่า ความต่างศักย์ ซึ่งถ้าศักย์ไฟฟ้าที่ A และ B เป็น V_A และ V_B ตามลำดับ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่ง คือ งานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนประจุ +1 หน่วย จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ภายในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า

การหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเนื่องจาก จุดประจุหลายประจุ หาได้โดยรวมศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตำแหน่ง

ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุ ซึ่งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวทรงกลม ตรงตำแหน่งที่ห่างออกมาจากทรงกลม ให้คิดระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมออกมา กรณีที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เราสามารถได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้า ดังนี้

$$\Delta V = Ed$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

1.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ดังนี้

- 1.1.1 เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลก พลังงานกลของวัตถุประกอบด้วยพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ซึ่งพลังงานศักย์โน้มถ่วงอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุขึ้นกับระดับที่วัตถุจอดอ้างอิง
- 1.1.2 เมื่อวัตถุอยู่ที่สูงจากระดับอ้างอิง วัตถุจะมีพลังงานงานศักย์โน้มถ่วง โดยถือว่าที่ระดับอ้างอิง วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากับศูนย์
- 1.1.3 การเลือกตำแหน่งอ้างอิงเพื่อบอกค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ผู้สังเกตสามารถเลือกตำแหน่งใดก็ได้
- 1.1.4 เมื่อปล่อยวัตถุให้เคลื่อนที่อย่างอิสระ วัตถุจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากไปตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงน้อย

1.2 ครูถามนักเรียนว่า “พลังงานศักย์โน้มถ่วงอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุขึ้นกับระดับที่วัตถุจอดอ้างอิง แล้วพลังงานศักย์ไฟฟ้าหมายถึงอะไร มีค่าขึ้นกับสิ่งใด” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานศักย์ไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้า ในใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 20 นาที

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นที่ได้
- 3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งจนได้ข้อสรุปว่า
 - 3.3.1 พลังงานศักย์ไฟฟ้า หมายถึง พลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยประจุที่ใช้ในการเคลื่อนประจุไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในสนามไฟฟ้า มีหน่วยเป็นจูล

- 3.3.2 ศักย์ไฟฟ้า คือ ระดับไฟฟ้าที่มีอยู่ในวัตถุนั้นๆ ซึ่งถ้าปล่อยให้ประจุเคลื่อนที่อย่างอิสระ ประจุลบจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนประจุบวกจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- 3.3.3 ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุ ซึ่งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวทรงกลมตรงตำแหน่งที่ห่างออกมาจากทรงกลม ให้คิดระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมออกมา

4. ขยายความรู้(elaboration) 20 นาที

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้า ศึกษางานในการเคลื่อนประจุในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ และศึกษาเส้นสมศักย์
- 4.2 นักเรียนสรุปความเข้าใจที่ได้จากการศึกษาลงในสมุดบันทึกของตนเอง

5. ประเมิน(evaluation) 15 นาที

- 5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า
- 5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ
- 5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า
4. สื่อนำเสนอ (power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า ได้แก่
 - <https://thedutorn.wikispaces.com/%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88+6+%E0%B8%A8%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A2%E0%B9%8C%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2>
 - http://weerajit14.blogspot.com/p/blog-page_29.html
 - <http://science.sut.ac.th/physics/Doc/105102/phys2-2.pdf>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า	-คำถาม -ใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการคำนวณ/กระบวนการ (P)	-ตรวจใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า	-ใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึกพฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	-ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 60 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้วิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

เมื่อเรานำประจุทดสอบ (q) มาวางในสนามไฟฟ้าของประจุต้นเหตุ (Q) ประจุทดสอบนั้นจะถูกแรงกระทำทำให้เกิดการเคลื่อนที่ และการที่ประจุทดสอบสามารถเคลื่อนที่ได้ แสดงว่าประจุทดสอบนั้น มีพลังงานสะสมอยู่ภายในตัว พลังงานที่สะสมในประจุเช่นนี้ เรียกว่าพลังงานศักย์ไฟฟ้า (E_p)

พลังงานศักย์ไฟฟ้า คือ พลังงานของประจุขนาด q อยู่ในตำแหน่งใดๆ ของสนามไฟฟ้า หรือมีค่าเท่ากับงานในการเลื่อนประจุ q จากตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์(ระยะอนันต์) มายังตำแหน่งหนึ่งในสนามไฟฟ้า หรือกล่าวได้ว่า พลังงานศักย์ไฟฟ้า หมายถึง พลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยประจุที่ใช้ในการเคลื่อนประจุไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในสนามไฟฟ้า มีหน่วยเป็นจูล (J)

เมื่อนำประจุ q ไปไว้ที่ตำแหน่งหนึ่งที่มีพลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็น E_p พลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อ 1 หน่วยประจุที่ตำแหน่งนั้นจะมีค่าเป็น $\frac{E_p}{q}$ เรียกปริมาณนี้ว่า ศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น จะได้ว่า $V = \frac{E_p}{q}$

ศักย์ไฟฟ้า คือ ระดับไฟฟ้าที่มีอยู่ในวัตถุนั้นๆ ซึ่งถ้าปล่อยให้ประจุเคลื่อนที่อย่างอิสระ ประจุลบจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนประจุบวกจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ สามารถคำนวณได้จาก

$$V = \frac{KQ}{R}$$

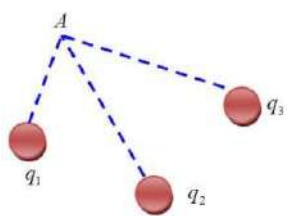
เวลาคำนวณต้องแทนเครื่องหมายของ Q_1 และ Q_2

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (Potential difference) หมายถึง ความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าที่จุดใดๆ หรือวัตถุใดๆ หรือเรียกว่า ความต่างศักย์ ซึ่งถ้าศักย์ไฟฟ้าที่ A และ B เป็น V_A และ V_B ตามลำดับ เมื่อให้งานในการเคลื่อนประจุ $+q$ จากจุด A ไปยังจุด B ด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็น W ซึ่งงานในการเคลื่อนประจุ $+1$ หน่วย จาก A ไป B จะมีค่าเท่ากับ หมายความว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ B สูงกว่าที่ A เท่ากับ W/q จึงกล่าวได้ว่า ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่ง คือ งานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนประจุ $+1$ หน่วย จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ภายในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q} \quad \text{หรือ} \quad W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B) \quad \text{หรือ} \quad W_{\infty} = qV$$

****ที่ระยะอนันต์ และจุดที่ต่อลงดิน เป็นตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์**

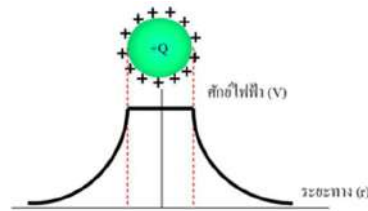
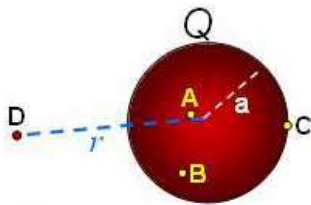
ศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเป็นบวกหรือลบขึ้นกับชนิดของประจุที่ทำให้เกิดสนาม เช่น ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ในบริเวณที่เป็นสนามไฟฟ้าของประจุบวก ศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเป็นบวก และศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต้นกำเนิดลบ จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ เมื่อมีประจุอยู่ในบริเวณหนึ่งหลายประจุ ย่อมมีค่าศักย์ไฟฟ้าจากแต่ละประจุต้นกำเนิด การหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเนื่องจาก จุดประจุหลายประจุ หาได้จาก



$$V = \sum_{i=1}^n V_i = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม

ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุ ซึ่งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวทรงกลมตรงตำแหน่งที่ห่างออกมาจากทรงกลม ให้คิดระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมออกมา ดังนี้



ภายในทรงกลม: ศักย์ไฟฟ้าที่ A และ B มีค่าเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่ผิวทรงกลม (C)

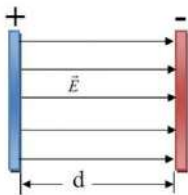
ภายนอกทรงกลม: วัดระยะจากจากจุดศูนย์กลางของประจุไปยังบริเวณที่ต้องการทดสอบ

$$V_A = V_B = V_C = \frac{KQ}{a}$$

$$V_D = \frac{KQ}{r}$$

ความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้า

กรณีที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เราสามารถได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้า ดังนี้



$$\Delta V = Ed$$

งานในการเคลื่อนประจุในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

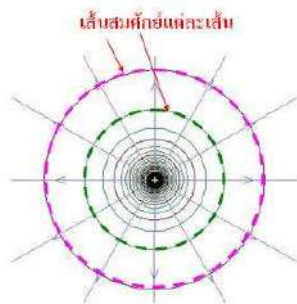
กรณีถ้ามีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เราสามารถหางานที่น้อยที่สุดในการเคลื่อนประจุตัวหนึ่งจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งได้จาก

$$W = q(V_2 - V_1) = qEd$$

เส้นสมศักย์ (equipotential line)

เส้นสมศักย์ หมายถึง เส้นที่ต่อจุดต่างๆ ที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันในสนามไฟฟ้า

เส้นสมศักย์ของจุดประจุ



เส้นสมศักย์ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ



โรงเรียนสตรีศึกษา
อำเภอเมือง จังหวัด
ร้อยเอ็ด

ใบงานวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ใบงานที่ 5 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

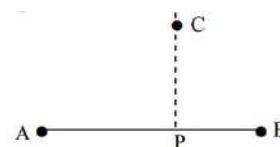
1. จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ -10 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ
2. แผ่นคู่ขนานสองแผ่นห่างกัน 5 เซนติเมตร มีสนามไฟฟ้า 10^{-4} โวลต์/เมตร ถ้าอิเล็กตรอนหลุดออกจากแผ่นลบ จะเคลื่อนที่ถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่าใด
3. ในการเคลื่อนที่ของประจุ 2 คูลอมบ์ ในสนามไฟฟ้า จากจุด A ไปที่จุด B ปรากฏว่าเกิดงาน 10 จูล ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A = 2 โวลต์ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B มีค่าเท่าไร
4. ประจุลบ 1 อนุภาค (มีประจุ 1.6×10^{-19} C) หลุดจากแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 10^{-8} โวลต์ จงหาพลังงานจลน์ของประจุเมื่อชนแผ่นบวก โดยไม่คิดแรงโน้มถ่วงของประจุ

5. ลูกพิทมีประจุ 1.6×10^{-11} คูลอมป์ ถ้านำอิเล็กตรอนไปวางไว้ที่ตำแหน่งห่างจากลูกพิทเป็นระยะ 0.2 เมตร เมื่อปล่อยให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยากทราบว่าที่ตำแหน่งห่างจากลูกพิท 0.33 เมตร อิเล็กตรอนจะมีความเร็วเท่าใด
6. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 10 cm มีความต่างศักย์ 24 V ทำให้เกิดสนามสม่ำเสมอตามแนวดิ่งเมื่อนำลูกพิทมวล 0.6 g ที่มีประจุ 5×10^{-6} C มาแขวนไว้ด้วยด้ายเบาเส้นเล็กๆ ยาว 3 cm ปลายหนึ่งผูกติดอยู่กับแผ่นโลหะแผ่นบน ปรากฏว่าเส้นด้ายขาดลูกพิทจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งกี่ m/s^2
7. อนุภาคมีประจุ 2×10^{-5} C เริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ขนาด 2 V/m เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 cm ในทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า อนุภาคนี้จะมีพลังงานจลน์เท่าไร
8. อนุภาคมวล 1×10^{-6} กิโลกรัม มีประจุ 4×10^{-9} คูลอมป์ วางอยู่ในสนามไฟฟ้า 1,000 นิวตัน/คูลอมป์ จงหาความเร่งของอนุภาคนี้

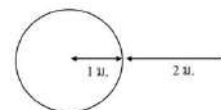
9. ทรงกลมรัศมี 0.6 เมตร จะต้องมีประจุเท่าใดจึงจะทำให้ทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 6×10^6 โวลต์
10. ถ้าต้องการเร่งอนุภาคมวล 4×10^{-12} กิโลกรัม ที่มีประจุ 8×10^{-9} คูลอมป์ จากสภาพหยุดนิ่งให้มีอัตราเร็ว 100 เมตร/วินาที จะต้องใช้ต่างศักย์เท่าใด
11. แผ่นโลหะคู่ขนานวางห่างกัน 1 มิลลิเมตร ต่ออยู่กับขั้วบวก-ลบของแบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่ากี่โวลต์ต่อเมตร
12. แผ่นตัวนำขนานที่อยู่ห่างกัน 0.2 เซนติเมตร ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอตามแนวตั้งถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนที่มีมวล 9.1×10^{-31} กิโลกรัม และประจุ -1.6×10^{-19} คูลอมป์ ลอยอยู่ที่ตำแหน่งระหว่างแผ่นตัวนำขนานนี้ ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำขนานต้องเป็นเท่าใด

13. วางประจุไฟฟ้า 3×10^{-4} คูโลมบ์ ที่ตำแหน่ง $x = -2$ เมตร, $y = 0$ เมตร และประจุลบขนาดเท่ากันที่ตำแหน่ง $x = 0$ เมตร, $y = 3$ เมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0,0)$ จะเป็นกี่โวลต์

14. จากรูป A, B และ C มีจุดประจุขนาด 3.0×10^{-6} , 1.0×10^{-6} และ -1.0×10^{-6} คูโลมบ์ ตามลำดับ เมื่อ $AP = 0.6$ เมตร, $CP = 0.3$ เมตร และ $BP = 0.1$ เมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง P มีค่ากี่โวลต์



15. ในการนำประจุ 2×10^{-4} คูโลมบ์ จาก infinity เข้าหาประจุบวกถึงจุดๆ หนึ่งต้องสิ้นเปลืองงาน 5×10^{-2} จูล จุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้ากี่โวลต์



16. ทรงกลมรัศมี 1 เมตร และมีประจุ -5×10^{-9} คูโลมบ์ จงหาสนามไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลม และที่ระยะห่าง 2 เมตร จากผิวทรงกลม

17. ทรงกลมตัวนำรัศมี 20 เซนติเมตร มีประจุ 1 ไมโครคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้าที่ระยะ 5 เซนติเมตร จากจุดศูนย์กลางภายในทรงกลมเป็นเท่าใด
18. ถ้าต้องการให้สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลมตัวนำซึ่งมีรัศมี 10 cm มีความเข้ม 1.3×10^{-3} นิวตัน/คูลอมบ์ มีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลาง จะต้องให้อิเล็กตรอนแก่ทรงกลมกี่อนุภาค
19. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 8 โวลต์/เมตร จุด A และ B อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จงหาความต่างศักย์ไฟฟ้าในโวลต์ (V) ระหว่าง A และ B
20. (แนว En) บริเวณที่มีสนามไฟฟ้า 160 โวลต์/เมตร และมีทิศในแนวดิ่ง ปรากฏว่าละอองน้ำหยดหนึ่ง ซึ่งมีประจุ -6.4×10^{-18} คูลอมบ์ เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที²มวลของละอองน้ำนี้มีค่าเท่าใดในหน่วยของ 10^{-18} กิโลกรัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_6

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ

จำนวน 3 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบตัวเก็บประจุ ความจุไฟฟ้า และคำนวณค่าความจุของตัวนำแบบต่างๆ ได้

2. สาระสำคัญ

ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำสองชิ้น คั่นด้วยไดอิเล็กทริก จำนวนประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุจะมีพลังงานสะสมเมื่อต่อกับความต่างศักย์ เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อกันแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง เมื่อต่อกันแบบขนาน ความจุมีค่าเพิ่มขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วของตัวเก็บประจุกับประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุคือพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุได้ (K)
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความจุสมมูลกับความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัว เมื่อต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้ (K)
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณเกี่ยวกับตัวเก็บประจุและความจุได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บประจุ (Charge) และสามารถคายประจุ (Discharge) ได้ นิยมนำมาประกอบในวงจรทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ซึ่งความสามารถในการเก็บประจุ ก็คือ ความจุ (capacitance) ของตัวนำนั่นเอง

เมื่อนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน โดยต่อเข้าความต่างศักย์ค่าหนึ่ง จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้แผ่นโลหะข้างหนึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนอีกแผ่นหนึ่งจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และสามารถเก็บประจุไว้ได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ของแผ่นโลหะ

ความจุไฟฟ้าของวัตถุตัวนำทรงกลมแปรผันตรงกับรัศมีของตัวนำทรงกลมนั้น ดังนั้นตัวนำทรงกลมขนาดใหญ่มีความจุไฟฟ้ามากกว่าตัวนำทรงกลมขนาดเล็ก

งานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ ค่านี้จะเท่ากับพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ สามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง V กับ Q

การถ่ายโอนประจุระหว่างตัวนำทรงกลม เมื่อนำตัวนำทรงกลม 2 ลูก ที่มีประจุและวางห่างกัน ถ้าศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวนำทรงกลมไม่เท่ากันและถูกเชื่อมด้วยเส้นลวดตัวนำจะเกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้า ซึ่งการถ่ายโอนประจุจะหยุดเมื่อศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวนำทรงกลมเท่ากัน สามารถคิดคำนวณประจุไฟฟ้า

การต่อตัวเก็บประจุ ในการนำตัวเก็บประจุหลายๆตัว มาต่อกันเพื่อประโยชน์ในการใช้งาน มี 2 วิธีด้วยกันคือ

1. การต่อแบบอนุกรม คือ การนำแผ่นบวกของตัวเก็บประจุของแผ่นหนึ่งมาต่อกับแผ่นลบของตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่ง เรียงกันเรื่อยๆ ไป

2. การต่อแบบขนาน คือ การนำตัวเก็บประจุมาต่อกันโดยให้ต่อแผ่นบวกรวมกันที่จุดหนึ่งและให้แผ่นลบรวมกันที่อีกจุดหนึ่ง

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

1.1 ครูนำตัวเก็บประจุ ซึ่งเป็นอุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้า มาให้นักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานและโครงสร้างภายใน ซึ่งทำให้นักเรียนทราบว่าในการใช้งานตัวเก็บประจุ

1.2 ครูและนักเรียนอภิปราย จนได้ข้อสรุปว่า ความสามารถในการเก็บประจุ ก็คือ ความจุ (capacitance) ซึ่งตัวนำทรงกลมขนาดต่างกันมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน จำนวนประจุในทรงกลมขนาดใหญ่จะมากกว่าจำนวนประจุในทรงกลมขนาดเล็ก

1.3 ครูถามนักเรียนว่า “เราทราบแล้วว่าตัวเก็บประจุมีหน้าที่ในการเก็บประจุไฟฟ้าซึ่งใช้ในวงจรทั่วไป แล้วเราจะหาค่าความจุของตัวเก็บประจุได้อย่างไร” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 20 นาที

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำงานกลุ่ม

2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตัวเก็บประจุและความจุ ในใบความรู้ที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 40 นาที

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นที่ได้

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งจนได้ข้อสรุปว่า

3.3.1 ค่าความจุ นอกจากพิจารณาจากรูปทรงของตัวนำแล้ว สามารถพิจารณาได้จากค่าอัตราส่วนของประจุต่อศักย์ไฟฟ้า เมื่อให้ C เป็นสัญลักษณ์แทนความจุ จะเขียนได้ว่า $C=Q/V$

- 3.3.2 ความจุไฟฟ้าของวัตถุตัวนำทรงกลมแปรผันตรงกับรัศมีของตัวนำทรงกลมนั้น ดังนั้นตัวนำทรงกลมขนาดใหญ่มีความจุไฟฟ้ามากกว่าตัวนำทรงกลมขนาดเล็ก ซึ่งตัวนำทรงกลม จะมีค่าความจุเป็น $C=R/K$
- 3.3.3 งานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ คำนี้นี้จะเท่ากับพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง V กับ Q
- 3.3.4 งานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
- สรุปได้ว่า $W = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$
- 3.3.5 เมื่อนำตัวนำทรงกลม 2 ลูก ที่มีประจุและวางห่างกัน ถ้าศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวนำทรงกลมไม่เท่ากันและถูกเชื่อมด้วยเส้นลวดตัวนำ จะเกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้า ซึ่งการถ่ายโอนประจุจะหยุดเมื่อศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวนำทรงกลมเท่ากัน สามารถคิดคำนวณประจุไฟฟ้าหลังการถ่ายโอนของแต่ละตัวนำทรงกลมได้จาก

$$Q'_1 = \left(\frac{r_1}{r_1+r_2}\right)(Q_1 + Q_2) \quad \text{และ} \quad Q'_2 = \left(\frac{r_2}{r_1+r_2}\right)(Q_1 + Q_2)$$

ชั่วโมงที่ 2

4. ขั้วขยายความรู้ (elaboration) 40 นาที

- 4.1 ครูถามนักเรียนว่า “การนำตัวเก็บประจุไฟฟ้าหลายๆตัว มาต่อกัน จะมีผลทำให้การเก็บประจุเปลี่ยนแปลงอย่างไร” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับการนำตัวเก็บประจุตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปมาต่อกัน ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) และใบความรู้ที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ
- 4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า
- 4.3.1 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมจะได้ว่า
1. ประจุในตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่ากัน เท่ากับประจุของทั้งวงจร
 2. ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุทุกตัว
 3. ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัว มีความจุ C แต่ละตัวเท่ากัน

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

- 4.3.2 ผลของการต่อแบบขนานจะได้ว่า

1. ความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากันและเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม
2. ประจุไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของประจุที่ผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า
3. ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัว มีความจุรวมจะเท่ากับความจุของแต่ละตัวรวมกัน

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

5. ชั้นประเมิน(evaluation) 15 นาที

- 5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ
- 5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ
- 5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ
3. ใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ
4. สื่อนำเสนอ (power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ ได้แก่
 - http://weerajit14.blogspot.com/p/blog-page_5576.html
 - <http://science.sut.ac.th/physics/Doc/105102/phys2-2.pdf>
 - http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electromagnetism/sub_lesson/4_1.htm
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76279
 - <http://www.kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-03.html>

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ	-คำถาม -ใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการคำนวณ/กระบวนการ (P)	-ตรวจใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ	-ใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึกพฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

คะแนนทั้งหมด 30 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้วิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บประจุ (Charge) และสามารถคายประจุ(Discharge) ได้ นิยมนำมาประกอบในวงจรทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป



เมื่อให้ประจุไฟฟ้าเท่ากันแก่ตัวนำทรงกลมขนาดต่างกัน ตัวนำทรงกลมขนาดเล็กจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า แต่ถ้าให้ตัวนำทรงกลมขนาดต่างกันมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน จำนวนประจุในทรงกลมขนาดใหญ่จะมากกว่าจำนวนประจุในทรงกลมขนาดเล็ก **ความสามารถในการเก็บประจุ ก็คือ ความจุ (capacitance) ของตัวนำนั่นเอง**

ค่าความจุ นอกจากพิจารณาจากรูปทรงของตัวนำแล้ว สามารถพิจารณาได้จากค่าอัตราส่วนของประจุต่อศักย์ไฟฟ้า เมื่อให้ C เป็นสัญลักษณ์แทนความจุ จะเขียนได้ว่า

$$C = \frac{Q}{V}$$

เมื่อ Q คือประจุซึ่งเก็บไว้ที่ตัวเก็บประจุ

V คือศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในระบบ

ความจุ มีหน่วย คูลอมป์/โวลต์ (C/V) หรือ ฟารัด (F) ส่วนมากตัวตัวเก็บประจุจะบรรจุได้น้อยมาก นิยมใช้หน่วย pF หรือ μF

ความจุไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม

ความจุไฟฟ้าของวัตถุตัวนำทรงกลมแปรผันตรงกับรัศมีของตัวนำทรงกลมนั้น ดังนั้นตัวนำทรงกลมขนาดใหญ่มีความจุไฟฟ้ามากกว่าตัวนำทรงกลมขนาดเล็ก ซึ่งตัวนำทรงกลม จะมีค่าความจุเป็น $C = \frac{R}{K}$

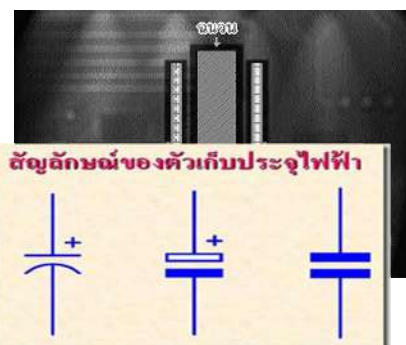
ข้อสังเกต เมื่อ K เป็นค่าคงที่ ดังนั้น ความจุ (C) แปรผันตรงกับรัศมีทรงกลม (R) เช่น ทรงกลมลูกใหญ่มีรัศมีเป็น 2 เท่าของทรงกลมลูกเล็ก สรุปว่าทรงกลมลูกใหญ่มีความจุไฟฟ้าเป็น 2 เท่าของทรงกลมลูกเล็ก ดังนั้นโลกเป็นวัตถุทรงกลมขนาดใหญ่มากจึงมีค่าความจุไฟฟ้ามากด้วย

ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุชนิดแผ่นตัวนำขนาน

ในทางปฏิบัติ เราสามารถสร้างตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor บางตำราเรียก Condensor) ขึ้น โดยใช้แผ่นโลหะ 2 แผ่นวางขนานกัน แล้วคั่นด้วยฉนวนไฟฟ้า ดังรูป

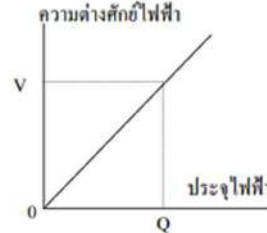
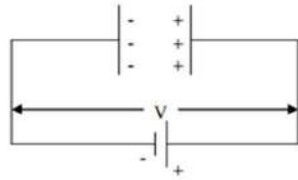
เมื่อนำไปใช้งาน โดยต่อเข้าความต่างศักย์ค่าหนึ่ง จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้แผ่นโลหะข้างหนึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนอีกแผ่นหนึ่งจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และสามารถเก็บประจุไว้ได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ของแผ่นโลหะ

ใช้สัญลักษณ์เป็นขีดยาวสองเส้นที่ยาวเท่ากัน(รูปซ้ายสุด) และอาจจะระบุขั้วบวกสำหรับการชาร์ตประจุไว้ด้วย(สองรูปด้านขวา)



พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

เมื่อต่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้ากับปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุดังรูป 3 ก. พบว่าในตอนแรกตัวเก็บประจุยังไม่มีประจุ เมื่อตัวเก็บประจุมีประจุเพิ่มขึ้นจาก ศูนย์ถึง Q ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึง V ดังกราฟรูป 3 ข.



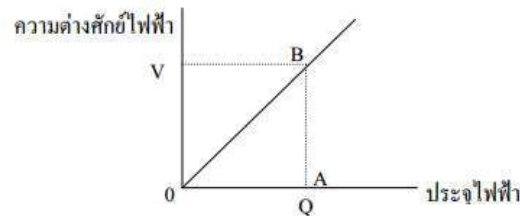
รูป 3 ก. แสดงตัวเก็บประจุต่ออยู่กับความต่างศักย์

รูป 3 ข. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ V

จากงานในการเคลื่อนประจุผ่านจุด 2 จุดที่มีความต่างศักย์ V ให้แก่ตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้าคูณประจุ ถ้าให้ W คืองานที่ทำ

$$W = \left(\frac{0 + V}{2} \right) Q = \frac{QV}{2}$$

$$W = \frac{1}{2} QV$$



รูป 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประจุ Q กับความต่างศักย์ V

แสดงว่างานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ ค่านี้จะเท่ากับพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ สามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง V กับ Q ดังรูปที่ 4 โดย

ให้ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ คือ U

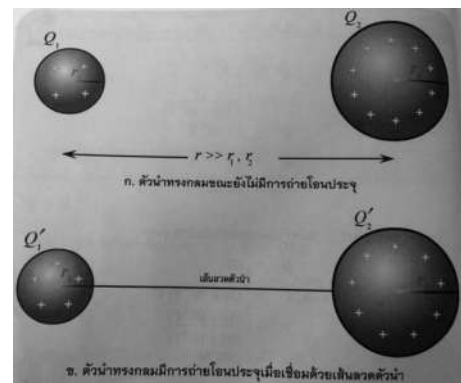
จะได้ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ $U =$ พื้นที่ใต้กราฟ OAB

ดังนั้น งานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

สรุปได้ว่า
$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

การถ่ายโอนประจุระหว่างตัวนำทรงกลม

เมื่อนำตัวนำทรงกลม 2 ลูก ที่มีประจุและวางห่างกันดังรูป ก. ถ้าศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวนำทรงกลมไม่เท่ากันและถูกเชื่อมด้วยเส้นลวดตัวนำ ดังรูป ข. จะเกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้า ซึ่งการถ่ายโอนประจุจะหยุดเมื่อศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวนำทรงกลมเท่ากัน สามารถคิดคำนวณประจุไฟฟ้าหลังการถ่ายโอนของแต่ละตัวนำทรงกลมได้จาก



$$Q'_1 = \left(\frac{r_1}{r_1 + r_2} \right) (Q_1 + Q_2)$$

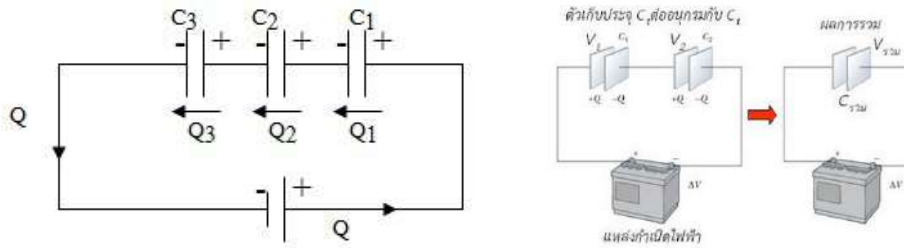
และ

$$Q'_2 = \left(\frac{r_2}{r_1 + r_2} \right) (Q_1 + Q_2)$$

การต่อตัวเก็บประจุ

ในการนำตัวเก็บประจุหลายๆตัว มาต่อกันเพื่อประโยชน์ในการใช้งาน มี 2 วิธีด้วยกันคือ

1. การต่อแบบอนุกรม คือ การนำแผ่นบวกของตัวเก็บประจุของแผ่นหนึ่งมาต่อกับแผ่นลบของตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่ง เรียงกันเรื่อยๆ ไป ดังรูป 5.



รูป 5. การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

เมื่อต่อตัวเก็บประจุ (C) เข้ากับความต่างศักย์ (V) จะเกิดการไหลของประจุทันที และผลของการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมจะได้ว่า

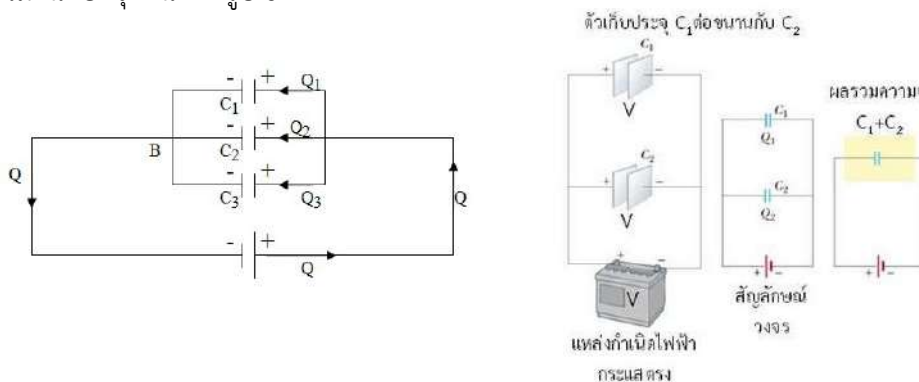
1. ประจุในตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่ากัน เท่ากับประจุของทั้งวงจร
2. ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุทุกตัว
3. ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัว มีความจุ C แต่ละตัวเท่ากัน

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

2. การต่อแบบขนาน คือ การนำตัวเก็บประจุมาต่อกันโดยให้ต่อแผ่นบวกรวมกันที่จุดหนึ่งและให้แผ่นลบรวมกันที่อีกจุดหนึ่ง ดังรูป 6.



รูป 6. การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน

ผลของการต่อแบบขนานจะได้ว่า

1. ความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากันและเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม
2. ประจุไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของประจุที่ผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า
3. ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัว มีความจุรวมจะเท่ากับผลรวมของแต่ละตัวรวมกัน

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ใบงานที่ 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ

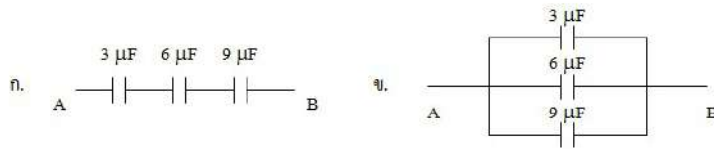
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

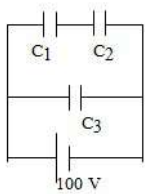
1. ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ เก็บประจุเท่ากัน ทรงกลม A จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นกี่เท่าของทรงกลม B
2. ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้า 500 โวลต์ เมื่อเก็บประจุ 25 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าความจุของตัวนำนี้
3. ตัวเก็บประจุ 40 ไมโครฟารัด ต่อกับความต่างศักย์ 9 โวลต์ จงหาประจุบนตัวเก็บประจุนี้
4. ตัวเก็บประจุหนึ่งมีอักษรเขียนไว้ $0.05 \mu\text{F}$, 400 V จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าใด ถ้าเอาไปใช้งานที่ต้องการเก็บประจุ 15 ไมโครคูลอมบ์ ต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าใด

5. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 2 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 50 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 600 นิวตัน / คูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้มีประจุเท่าใด
6. ถ้าใช้ตัวต้านทาน 10 โอห์ม ต่อคร่อมตัวเก็บประจุขนาด 2,000 ไมโครฟารัด เพื่อกายประจุจากค่าประจุเริ่มต้น 2 คูลอมบ์ จนไม่มีประจุเหลืออยู่เลย จะเกิดความร้อนบนตัวต้านทานกี่จูล
7. ตัวเก็บประจุขนาด 25 ไมโครฟารัด เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
8. ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 12 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด 6×10^{-4} C ตัวเก็บประจุนี้จะมีพลังงานสะสมเท่าไร

9. จากรูป จงหาความจุไฟฟ้ารวมระหว่าง A กับ B



10. จากวงจรและข้อมูลที่กำหนดให้ พลังงานสะสมในวงจรมีค่ากี่จูล

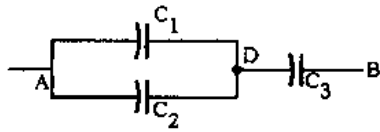


เมื่อ	$C_1 = 4$	ไมโครฟารัด
	$C_2 = 12$	ไมโครฟารัด
	$C_3 = 9$	ไมโครฟารัด

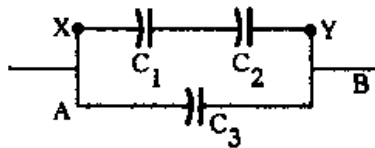
11. ตัวเก็บประจุแบบแผ่นขนานคู่ มีอักษรเขียนไว้ $0.03 \mu\text{F}, 800\text{V}$. จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าใด ถ้าเอาไปใช้งานที่มากที่สุดที่ตัวนำต้องการเก็บประจุ $30 \mu\text{C}$ ต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าใด

12. ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 24 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด $2 \times 10^{-4} \text{ C}$ ตัวเก็บประจุนี้จะมีพลังงานสะสมเท่าไร

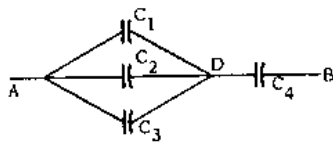
13. จากรูป กำหนด $C_1=10 \text{ F}$; $C_2=5 \text{ F}$; $C_3 = 4 \text{ F}$ จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB



14. จากรูป กำหนด $C_1=10 \text{ }\mu\text{F}$; $C_2=5 \text{ }\mu\text{F}$; $C_3=4 \text{ }\mu\text{F}$ จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB



15. จากรูป คอนเดนเซอร์ C_1 , C_2 และ C_3 ต่างก็มีค่า 20 ไมโครฟารัด ต่อกันอย่างขนาน แล้วต่อกับ C_4 ซึ่งมีความจุ 30 ไมโครฟารัดอย่างอนุกรม ถ้าความต่างศักย์ระหว่าง AB เท่ากับ 100 ไมโครโวลต์ จงหาประจุ C_{AB}



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2_7

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์และอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้

2. สารสำคัญ

การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศหรือ เครื่องฟอกอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น

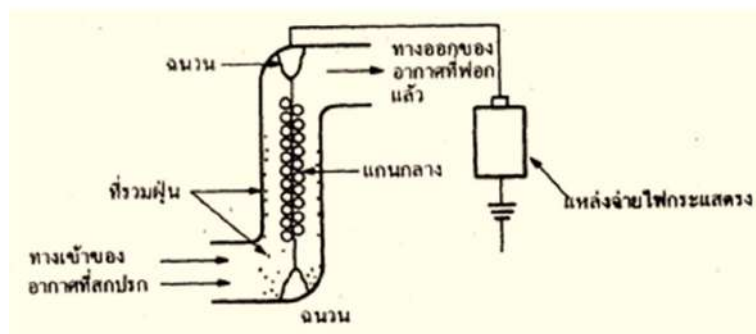
3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ได้ (K)
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์และคำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการนำความรู้ไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ได้ (P)
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

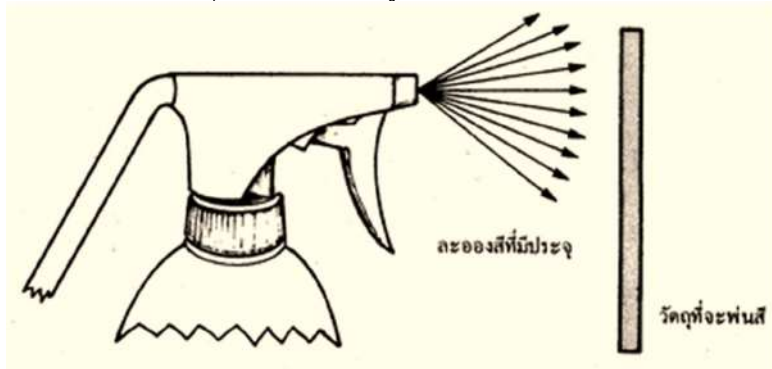
4. สารการเรียนรู้

การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ ปัจจุบันมีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ที่อำนวยความสะดวกต่างๆ โดยอาศัยความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตดังตัวอย่างต่อไปนี้

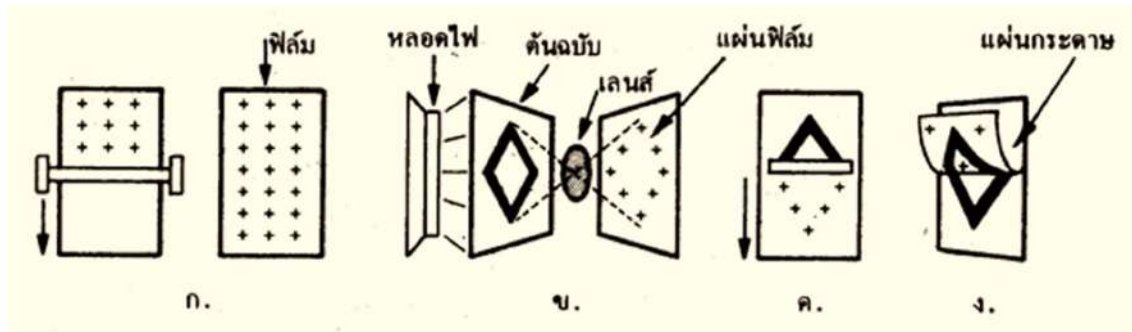
1. เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ หรือ เครื่องฟอกอากาศ เป็นอุปกรณ์กำจัดอนุภาคจากแก๊สเผาไหม้ หรือ จากอากาศร้อนที่สกปรก ประกอบด้วยท่อโลหะที่มีแกนกลางยึดติดด้วยฉนวน



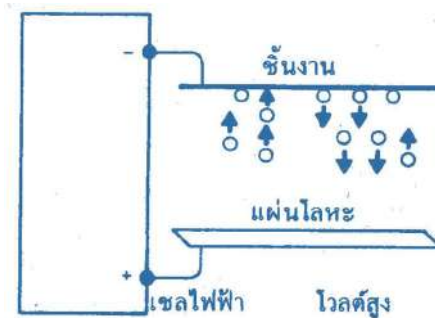
2. เครื่องพ่นสี ใช้หลักการทำให้ผงหรือละอองสีกลายเป็นอนุภาคมีประจุไฟฟ้า ขณะถูกพ่นออกจากเครื่องพ่น ซึ่งผงหรือละอองสีที่มีประจุไฟฟ้าเกิดแรงดึงดูดขึ้นงาน ทำให้สีเกาะชิ้นงานได้ดีกว่าการแบบธรรมดา



3. เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ (เครื่องถ่ายภาพสำเนาเอกซเรย์) เป็นอุปกรณ์ถ่ายภาพสำเนาสิ่งพิมพ์ตัวอักษรหรือภาพถ่ายเส้นจากต้นฉบับ



4. เครื่องถ่ายภาพลายนิ้วมือ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายภาพลายนิ้วมือบนผิววัสดุประเภทกระดาษพลาสติก เช่น กระจก กระจก กระจก แผ่น มีส่วนประกอบดังรูป



หลักการ ใช้ความต่างศักย์สูงต่อกับแผ่นโลหะ และชิ้นวัตถุที่ต้องการตรวจ โดยแผ่นโลหะนั้นเคลือบด้วยผงซิลิคอนคาไบร์ต่อกับขั้วบวก ส่วนชิ้นงาน (วัตถุ) ต่อเข้ากับขั้วลบเมื่อเครื่องทำงานผงซิลิคอนคาไบร์จะกลายเป็นประจุบวกถูกผลักรจากแผ่นโลหะไปกระทบชิ้นงาน อนุภาคของผงซิลิคอนคาไบร์จะยึดเกาะตรงบริเวณลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือจึงปรากฏให้เห็นซึ่งเป็นประโยชน์มากในการพิสูจน์อาชญากรรม

อันตรายจากไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟที่มักถูกมองข้าม แต่จากการสอบสวน การพิสูจน์ และการทดลอง ก็ได้พบว่าไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือ การระเบิดระหว่างการเคลื่อนย้าย การถ่ายเท และในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟ ประจุไฟฟ้าสถิตสามารถเกิดขึ้นได้กับวัตถุ หรือของเหลว เมื่อของเหลว (เช่น ตัวทำละลาย ปิโตรเลียม เชื้อเพลิง) เคลื่อนที่สัมผัสกับวัตถุอื่น

การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสถิต มีดังนี้

1. กำจัดสภาพที่เหมาะสมแก่การติดไฟ หรือระเบิด
2. ควบคุมจำนวนหรืออัตราการเกิดประจุ
3. กระจายประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นไม่ให้เกิดการสะสมของประจุ

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่ปริมาณประจุไฟฟ้าขั้วบวกและขั้วลบบนผิววัสดุมีไม่เท่ากัน ปกติจะแสดงในรูปการดึงดูด, การผลักกัน และเกิดประกายไฟ
- 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเกิดไฟฟ้าสถิต: การที่ปริมาณประจุไฟฟ้าขั้วบวกและขั้วลบบนผิววัสดุมีไม่เท่ากันทำให้เกิดแรงดึงดูดเมื่อวัตถุทั้ง 2 ชั้นมีประจุต่างชนิดกัน หรือเกิดแรงผลักกันเมื่อวัตถุทั้ง 2 ชั้นมีประจุชนิดเดียวกัน เราสามารถสร้างไฟฟ้าสถิตโดยการนำผิวสัมผัสของวัสดุ 2 ชั้นมาขัดสีกัน พลังงานที่เกิดจากการขัดสีกันทำให้ประจุไฟฟ้าบนผิววัสดุจะเกิดการแลกเปลี่ยนกัน โดยจะเกิดกับวัสดุประเภทที่ไม่นำไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า ฉนวน ตัวอย่างเช่น ยาง, พลาสติก และแก้ว สำหรับวัสดุประเภทที่นำไฟฟ้านั้นโอกาสเกิดปรากฏการณ์ประจุไฟฟ้าบนผิววัสดุไม่เท่ากันนั้นยากแต่ก็สามารถเกิดขึ้นได้ เช่น กรณีที่ผิวโลหะถูกกระแทกด้วยของแข็งหรือของเหลวที่ไม่เป็นตัวนำ ประจุที่เกิดการเคลื่อนย้ายระหว่างการสัมผัสจะถูกเก็บบนผิวของวัสดุทั้ง 2 ชั้น
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเกิดประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า
- 1.4 ครูถามนักเรียนว่า “เราจะนำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 40 นาที

- 2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต ในใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ ตอนที่ 1
- 2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำงานกลุ่ม

- 2.3 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ ในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) และสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต
- 2.4 นักเรียนบันทึกผลการสืบค้นลงในใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ ตอนที่ 2

ชั่วโมงที่ 2

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 40 นาที

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นที่ได้
- 3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ เครื่องพ่นสี และไมโครโฟนแบบตัวเก็บประจุ

4. ชั้นขยายความรู้ (elaboration) 20 นาที

- 4.1 ครูถามนักเรียนว่า “เรารู้แล้วว่าไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แล้วนักเรียนคิดว่าไฟฟ้าสถิตมีโทษหรือไม่ อย่างไร” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับโทษของไฟฟ้าสถิต ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
- 4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า
- 4.3.1 อันตรายจากไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟที่มีกัญมอมข้าม แต่จากการสอบสวน การพิสูจน์ และการทดลอง ก็ได้พบว่าไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดระหว่างการเคลื่อนย้าย การถ่ายเท และในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟ ประจุไฟฟ้าสถิตสามารถเกิดขึ้นได้กับวัตถุ หรือของเหลว เมื่อของเหลว (เช่น ตัวทำละลาย ปิโตรเลียม เชื้อเพลิง) เคลื่อนที่สัมผัสกับวัตถุอื่น
- 4.3.2 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสถิต มีดังนี้
1. กำจัดสภาพที่เหมาะสมแก่การติดไฟ หรือระเบิด
 2. ควบคุมจำนวนหรืออัตราการเกิดประจุ
 3. กระจายประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นไม่ให้เกิดการสะสมของประจุ

5. ชั้นประเมิน(evaluation) 15 นาที

- 5.1 นักเรียนแบบฝึกหัดในใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ ตอนที่ 3
- 5.2 ครูเดินดูคำตอบ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เพื่อให้นักเรียนคำตอบที่ถูกต้องครบทุกข้อ
- 5.3 ครูแนะนำนักเรียนให้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในห้องสมุดและเว็บไซต์

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์
3. สื่อนำเสนอ (power point)
4. หนังสือในห้องสมุด
5. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ ได้แก่
 - <http://www.thaisafetywork.com/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%9F/>
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76281
 - http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/14_Electrostatic/lesson_Part4.html
 - <http://info.muslimthai.com/main/index.php?page=view&category=29&id=5122>
 - http://www.neutron.rmutphysics.com/teaching-glossary/index.php?option=com_content&task=view&id=7692&Itemid=15

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-การถามตอบในชั้นเรียน -ตรวจใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	-คำถาม -ใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะการคำนวณ/กระบวนการ (P)	-ตรวจใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	-ใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึกพฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ตอนที่ 1 คะแนนทั้งหมด 36 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

ตอนที่ 2 คะแนนทั้งหมด 12 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

ตอนที่ 3 คะแนนทั้งหมด 5 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
3 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

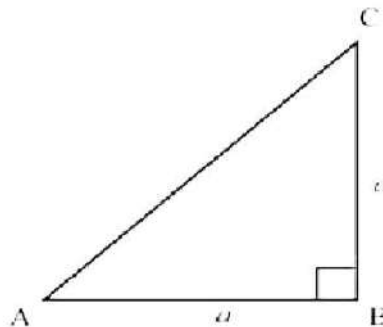
ใบงานวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 7 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตอนที่ 1

- จุดประจุ 2 ไมโครคูลอมป์ 3 จุดประจุ วางเรียงกันเป็นแนวเส้นตรงห่างกัน
ช่วงละ 30 เซนติเมตร จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุตรงจุด
กึ่งกลาง เมื่อ
 - จุดประจุทั้งสามเป็นชนิดบวก
 - จุดประจุที่ปลายทั้งสองข้างเป็นชนิดบวกและที่ตรงจุดกึ่งกลางเป็น
ชนิดลบ
 - จุดประจุที่ปลายข้างหนึ่งเป็นชนิดลบและตรงจุดกึ่งกลางกับปลายอีก
ข้างหนึ่งเป็นชนิดบวก
- ที่แต่ละมุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 0.2 เมตร มีจุดประจุขนาด
 1.0×10^{-8} คูลอมป์ จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อจุดประจุแต่ละจุดประจุ

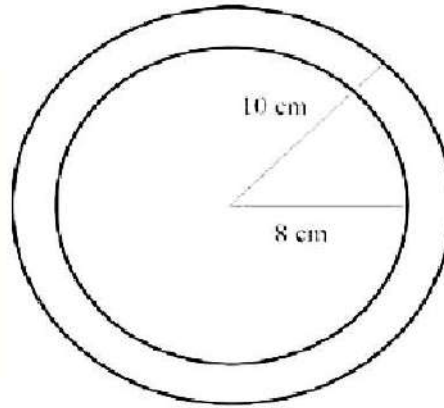
- ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก มีด้าน
ประกอบมุมฉากยาวด้านละ a ดังรูป
ถ้าที่จุด A, B และ C มีประจุไฟฟ้า
 $+q$, $+\frac{q}{2}$ และ $-q$ ตามลำดับ ขนาด
ของแรงที่กระทำต่อประจุที่ B มีค่า
เท่าใด



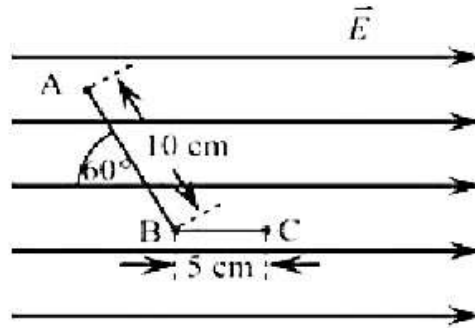
- ที่ตำแหน่งซึ่งห่างจากจุดประจุเป็นระยะ 2.0 เซนติเมตร มีขนาดของสนาม
ไฟฟ้าเป็น 1.0×10^5 นิวตันต่อคูลอมป์ จงหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่ห่างจากจุด
ประจุนี้ 1.0 เซนติเมตร
- จุดประจุ $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมป์ และ $+9 \times 10^{-8}$ คูลอมป์ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จงหา
ตำแหน่งตามแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ตำแหน่งซึ่งห่างจากศูนย์กลางของตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้าเป็นระยะ
70.0 เซนติเมตร มีสนามไฟฟ้าเท่ากับ 500 นิวตันต่อคูลอมป์ และสนามไฟฟ้า
มีทิศทางเข้าหาศูนย์กลางของทรงกลม
 - ประจุบนผิวทรงกลมเป็นประจุชนิดใด
 - ถ้านำประจุ 10^{-6} คูลอมป์ ไปวางที่ตำแหน่งซึ่งห่างจากศูนย์กลางของ
ทรงกลมเป็นระยะ 30.0 เซนติเมตร แรงที่กระทำต่อประจุนี้เป็นเท่าใด
 - ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งห่างจากศูนย์กลางของทรงกลม 20.0 เซนติเมตร
มีค่าเท่าใด
 - ถ้านำประจุ $+2.0 \times 10^{-6}$ คูลอมป์ จากระยะอนันต์มาไว้ที่ตำแหน่งใน
ข้อ ค. พลังงานศักย์ของประจุนี้เป็นเท่าใด

7. ตัวนำทรงกลมกลุ่หนึ่งมีรัศมีผิวใน 8 เซนติเมตร รัศมีผิวนอก 10 เซนติเมตร และมีประจุไฟฟ้า 10^{-10} คูลอมป์

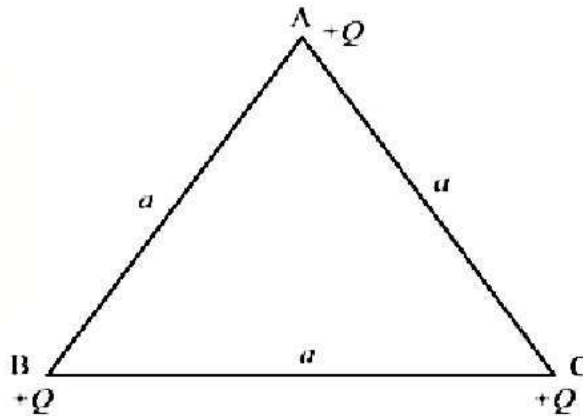
- ก. สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมเป็นเท่าใด
ข. ศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมเป็นเท่าใด



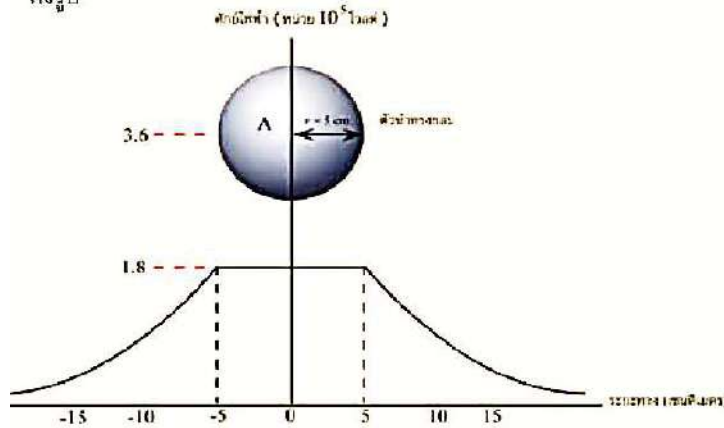
8. จากรูป $\vec{E}$ คือสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ มีขนาด 4×10^4 โวลต์ต่อเมตร AB และ BC เท่ากับ 10 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหางานที่ทำในการเลื่อนประจุ $+10^{-6}$ คูลอมป์ จาก A ผ่าน B ไป C



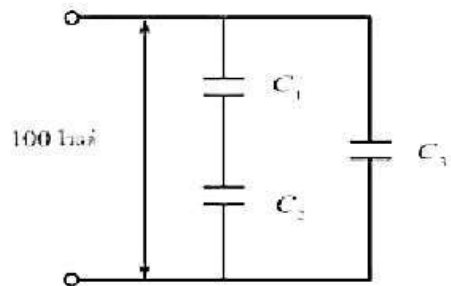
9. จงหางานที่ทำในการนำจุดประจุ $+Q$ สามจุดจากระยะอนันต์มาไว้ที่ตำแหน่ง A, B และ C ตามลำดับที่ละประจุ ดังรูป



10. ตัวนำทรงกลม A รัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุไฟฟ้าบวกและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม A กับระยะทางเป็นดังรูป



- ก. สนามไฟฟ้าที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทรงกลม 4 เซนติเมตร มีค่าเท่าใด
- ข. ประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม A มีค่าเท่าใด
- ค. งานในการเลื่อนประจุ -20 ไมโครคูลอมบ์ จากระยะอนันต์มาที่ศูนย์กลางทรงกลมมีค่าเท่าใด
11. นำตัวเก็บประจุสองตัวที่มีความจุ 2 ไมโครฟารัด และ 4 ไมโครฟารัดมาต่อกันและต่อกับความต่างศักย์ 120 โวลต์ จงหาประจุทั้งหมดและพลังงานทั้งหมดที่สะสมในตัวเก็บประจุ เมื่อต่อตัวเก็บประจุ
- ก. แบบอนุกรม
- ข. แบบขนาน
12. ตัวเก็บประจุสามตัวคือ C_1 มีความจุ 6 ไมโครฟารัด C_2 มีความจุ 12 ไมโครฟารัด และ C_3 มีความจุ 8 ไมโครฟารัด เมื่อนำมาต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ ดังรูป จงหาประจุ ความต่างศักย์และพลังงานสะสมบนตัวเก็บประจุแต่ละตัว



ตอนที่ 2

1. อธิบายหลักการทำงานของ เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ มาพอเข้าใจ

ตอบ หลักการใช้ความต่างศักย์สูงต่อกับแผ่นโลหะ และชิ้นวัตถุที่ต้องการตรวจ โดยแผ่นโลหะนั้นเคลือบด้วยผงซิลิคอนคาไบรต์ต่อกับขั้วบวก ส่วนชิ้นงาน (วัตถุ) ต่อเข้ากับขั้วลบเมื่อเครื่องทำงานผงซิลิคอนคาไบรต์จะกลายเป็นประจุบวกถูกผลักจากแผ่นโลหะไปกระทบชิ้นงาน อนุภาคของผงซิลิคอนคาไบรต์จะยึดเกาะตรงบริเวณลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือจึงปรากฏให้เห็นซึ่งเป็นประโยชน์มากในการพิสูจน์อาชญากรรม

2. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องพ่นสี ตามความเข้าใจ

ตอบ หลักการทำผงหรือละอองสีกลายเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าขณะผงถูกพ่นออกจากเครื่องพ่น มีผลให้ผงหรือละอองสีที่มีประจุไฟฟ้านั้นมีแรงดึงดูดกับผิวชิ้นงานและจะเกาะติดชิ้นงานนั้นได้ดี

3. จงอธิบายหลักการทำงานของไมโครโฟนแบบตัวเก็บประจุ ตามความเข้าใจ

ตอบ ภายในไมโครโฟนประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่ขนานกัน แผ่นหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับคลื่นเสียง ส่วนแผ่นที่สองยึดติดกับฐาน โดยแผ่นที่รับคลื่นเสียงเมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบ มันจะสั่นตามความถี่และกำลังของคลื่น ผลจากการสั่นทำให้ความจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง เมื่อต่อไมโครโฟนแบบตัวเก็บประจุนี้นุกรมกับตัวต้านทาน ความต่างศักย์คร่อมไมโครโฟนแบบตัวเก็บประจุจะเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของคลื่นเสียง เป็นผลให้เกิดสัญญาณไฟฟ้า

4. จงอธิบายอันตรายจากการเกิดไฟฟ้าสถิต และวิธีป้องกันอันตรายนั้น

ตอบ ไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ ประจุไฟฟ้าสถิตสามารถเกิดขึ้นได้กับวัตถุ หรือของเหลว เมื่อของเหลว (เช่น ตัวทำละลาย ปิโตรเลียม เชื้อเพลิง) เคลื่อนที่สัมผัสกับวัตถุอื่น

การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสถิต มีดังนี้

1. กำจัดสภาพที่เหมาะสมแก่การติดไฟ หรือระเบิด
2. ควบคุมจำนวนหรืออัตราการเกิดประจุ
3. กระจายประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นไม่ให้เกิดการสะสมของประจุ

ตอนที่ 3

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ที่นำความรู้ทางไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์
 1. เครื่องพ่นสี
 2. เครื่องถ่ายเอกสาร
 3. เครื่องไมโครเวฟ
 4. ไมโครโฟนแบบตัวเก็บประจุ
 - ก. ข้อ 1, 4
 - ข. ข้อ 2, 4
 - ค. ข้อ 1, 2, 4
 - ง. ข้อ 2, 3, 4

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช้ความรู้เรื่องเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตอธิบายการทำงาน
 - ก. เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ
 - ข. เครื่องถ่ายเอกสาร
 - ค. เครื่องเร่งอนุภาค
 - ง. เครื่องพ่นสี

3. เครื่องใช้ชนิดใด ไม่ได้ ใช้หลักการทางไฟฟ้าสถิต
 - ก. เครื่องพ่นสี
 - ข. เครื่องดูดฝุ่น
 - ค. เครื่องถ่ายเอกสาร
 - ง. เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ

4. เครื่องถ่ายลายนิ้วมือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายลายนิ้วมือ บนผิวของวัตถุใด
 - ก. พลาสติก
 - ข. กระเบื้อง
 - ค. แก้ว
 - ง. ผ้า

5. ไม่ปิดผนึกหัตถจรรยาใช้หลักการของไฟฟ้าสถิต วัสดุที่นำมาใช้ทำส่วนที่ปิดผนึกควรมีคุณสมบัติอย่างไร
 - ก. เส้นใยที่เป็นกลางทางไฟฟ้าตลอดเวลา
 - ข. เส้นใยเล็ก ๆ ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
 - ค. เส้นใยเล็ก ๆ ที่เป็นสารกึ่งตัวนำ
 - ง. เส้นใยเล็ก ๆ ที่เป็นตัวนำไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_1

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง กระแสไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการเกิดกระแสไฟฟ้าในตัวกลาง และวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำโลหะ

2. สาระสำคัญ

การถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านลวดโลหะเรียกว่ากระแสไฟฟ้า ตัวกลางนั้นเรียกตัวนำไฟฟ้า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่แบบบราวน์ แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนมีความเร็วค่าหนึ่งเรียกว่าความเร็วลอยเลื่อน ดังนั้นกระแสไฟฟ้าในโลหะจึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด ๆ คือประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา กระแสไฟฟ้าในตัวกลางจะมีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำได้ (K)
2. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ (K)
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

กระแสไฟฟ้า (Electric Current) หมายถึง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของอิเล็กตรอน เมื่อมีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ จะเกิดสภาพขาดอิเล็กตรอนจึงจ่ายประจุไฟฟ้าลบบอกไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนโดยอิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกเสมอ ซึ่งทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะตรงข้ามกับการไหลของอิเล็กตรอนเสมอ

การถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านลวดโลหะเรียกว่ากระแสไฟฟ้า ตัวกลางนั้นเรียกตัวนำไฟฟ้า และอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากอะตอมตัวนำแล้วจะเคลื่อนที่อย่างอิสระไม่มีทิศทางเรียกว่าการเคลื่อนที่แบบบราวน์ แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนมีความเร็วค่าหนึ่งเรียกว่าความเร็วลอยเลื่อน ดังนั้นกระแสไฟฟ้าในโลหะจึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ

กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด ๆ คือประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ดังสมการ

$$I = \frac{Nq}{t} \quad \text{หรือ} \quad I = \frac{Q}{t}$$

กระแสไฟฟ้าในตัวกลางจะมีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า นั่นคือมีทิศจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ หรือมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ เมื่อกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของลวดตัวนำ ค่ากระแสไฟฟ้าเป็นไปตามสมการ

$$I = nev_dA$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นทำนาย (Predict) 35 นาที

- 1.1 ครูทบทวนให้นักเรียนเกี่ยวกับอิเล็กโทรสโคป ว่า อุปกรณ์ตรวจประจุไฟฟ้าหรืออิเล็กโทรสโคป (electroscope) เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจว่า วัตถุมีประจุไฟฟ้าหรือไม่ และตรวจว่าเป็นประจุชนิดใด อิเล็กโทรสโคป มี 2 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ อิเล็กโทรสโคปแบบพิชบอล และอิเล็กโทรสโคปแบบจานโลหะ
- 1.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 1.3 ครูให้นักเรียนดูภาพของอิเล็กโทรสโคป แล้วให้นักเรียนทำนายว่า
 - 1.3.1 หากใช้แผ่นเสียงที่ถูกับมือ แล้วนำมาใกล้ๆ ลวดโลหะ ดังภาพ ก แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (อยู่เฉยๆ เนื่องจากไม่มีประจุไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นฟอยล์/ เคลื่อนที่ออกจากกัน เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นฟอยล์)
 - 1.3.2 หากใช้ผ้าที่ถูกับมือแล้วนำมาใกล้ๆ ลวดโลหะ ดังภาพ ข แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (อยู่เฉยๆ เนื่องจากไม่มีประจุไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นฟอยล์/ เคลื่อนที่ออกจากกัน เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นฟอยล์)
 - 1.3.3 หากใช้มือแตะที่โลหะขณะที่ผ้าอยู่ใกล้ๆ โลหะนั้น ดังภาพ ค แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (อยู่เฉยๆ เนื่องจากไม่มีประจุไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นฟอยล์/ เคลื่อนที่ออกจากกัน เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นฟอยล์/ หุบเข้ากันจากที่กางออก)



ภาพ ก



ภาพ ข



ภาพ ค

- 1.4 นักเรียนเขียนสิ่งที่ทำนายลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องกระแสไฟฟ้า

2 ขั้นสังเกต (Observe) 20 นาที

2.1 นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของแผ่นโลหะของอิเล็กโทรสโคปจากวิดีโอ

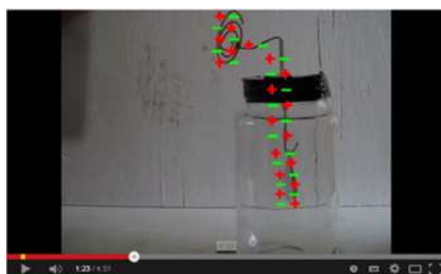


2.2 เขียนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ลงสมุดบันทึกของตนเอง

ชั่วโมงที่ 2

3 ขั้นอธิบาย (Explain) 55 นาที

- 3.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ เพื่อสรุปจากสิ่งที่สังเกตได้
- 3.2 นักเรียนนำเสนอการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่สังเกตได้
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการสังเกต จากวิดีโอ ซึ่งสิ่งที่นักเรียนจะสังเกตเห็นก็คือ
 - 3.3.1 เมื่อนำวัตถุทั้งสองชนิด เมื่อนำเข้าใกล้จานโลหะ (ลวดเหล็ก) ผลที่ปรากฏคือ แผ่นฟอยล์สองแผ่นแยกออกจากกัน เพราะวัสดุที่นำมาเข้าใกล้จานโลหะนั้นถูกทำให้มีประจุ (บวก/ลบ)
 - 3.3.2 ถ้าวัสดุมีประจุลบเมื่อนำมาเข้าใกล้จานโลหะ ประจุลบจะวิ่งหนีจากจานโลหะไปที่แผ่นโลหะ (แผ่นฟอยล์) ทำให้แผ่นโลหะกางออก เพราะมีประจุลบมากกว่าประจุบวก ทำให้เกิดแรงผลักระหว่างประจุ
 - 3.3.3 ถ้าวัสดุมีประจุบวกเมื่อนำมาเข้าใกล้จานโลหะ ประจุลบจะวิ่งมาจากแผ่นโลหะ (แผ่นฟอยล์) ทำให้แผ่นโลหะกางออก เพราะเหลือประจุบวกอย่างเดียว หรือประจุบวกมากกว่าประจุลบ ทำให้เกิดแรงผลักระหว่างประจุ
 - 3.3.4 เมื่อนำนิ้วไปแตะที่ลวดเหล็ก แผ่นฟอยล์จากที่กางออกจะหุบเข้า เพราะเป็นการต่อสายดิน ทำให้ประจุลบเคลื่อนที่ไปยังนิ้วมือ ทำให้บริเวณแผ่นโลหะมีประจุเท่ากัน แต่บริเวณจานโลหะมีประจุบวกมากกว่าลบ
 - 3.3.5 เมื่อนำวัสดุและนิ้วที่แตะจานโลหะออก ทำให้เป็นโลหะกางออก เพราะเหลือประจุบวกมากกว่าประจุลบ ประจุบวกเหมือนกันจึงเกิดแรงผลักรัน



- 3.4 ครูนำภาพอิเล็กโทรสโคปที่มีทั้งชุด ก และชุด ข มาให้นักเรียนดู จากนั้นครูอธิบาย การถ่ายโอนประจุไฟฟ้า
- 3.5 ครูแนะนำการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า “ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายว่า เดิมอิเล็กโทรสโคปเป็นกลาง เมื่ออิเล็กโทรสโคปได้รับประจุไฟฟ้าผ่านทางลวดโลหะจากวัตถุที่นำมาใกล้ๆ มายังแผ่นฟอยล์ เป็นการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า ซึ่งการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าจากลวดโลหะมายังแผ่นฟอยล์ เรียกว่า กระแสไฟฟ้า ซึ่งการถ่ายโอนประจุไฟฟ้านี้ เกิดขึ้นเพราะมีความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรสโคปและวัตถุ เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในตัวนำ จะเกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำนั้น”
- 3.6 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องของการนำไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า ตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
- 3.7 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1 เรื่องกระแสไฟฟ้า

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
5. สื่อนำเสนอ(power point) เรื่อง กระแสไฟฟ้า
6. หนังสือในห้องสมุด
7. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง กระแสไฟฟ้า ได้แก่
 - <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/reflection.htm>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/4.html>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/gfda.html>
 - <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/10/sound/sound/property-1.htm>

7. การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถามรายบุคคล/ รายกลุ่ม - การทำแบบทดสอบ/ แบบฝึกหัด	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม -แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE - ใบงาน/แบบฝึกหัด
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-การอภิปรายและนำเสนอความรู้ที่ได้รายบุคคล/ รายกลุ่ม - ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	- ความซื่อสัตย์ - การกระตือรือร้นในการเรียน - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - การมีวินัย - ความรับผิดชอบ	- แบบบันทึกพฤติกรรม - การส่งงาน

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบงาน คะแนนทั้งหมด 5 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
3 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

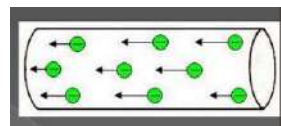
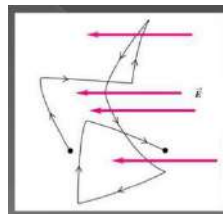
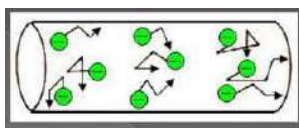
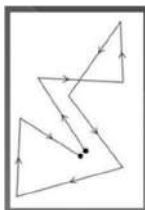
โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม./..... เลขที่.....

กระแสไฟฟ้า (Electric Current) หมายถึง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของอิเล็กตรอน เมื่อมีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ จะเกิดสภาพขาดอิเล็กตรอนจึงจ่ายประจุไฟฟ้าลบบอกไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนโดยอิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกเสมอ ซึ่งทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะตรงข้ามกับการไหลของอิเล็กตรอนเสมอ ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายไฟฟ้านั้น มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (Ampere แทนด้วย A)

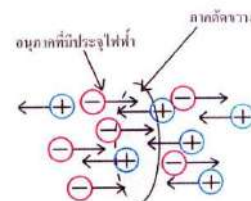
เมื่อวัตถุได้รับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน แล้วอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายโอนสามารถเคลื่อนที่ไปตลอดเนื้อวัตถุได้ง่าย คือ อิเล็กตรอนมีอิสระในการเคลื่อนที่ในวัตถุนั้น เรียกว่าวัตถุที่มีสมบัติเช่นนี้ว่า ตัวนำไฟฟ้า หรือเรียกสั้นๆ ว่า ตัวนำ ดังนั้น การนำไฟฟ้า หมายถึง การที่วัตถุสามารถยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านเนื้อวัตถุได้

การนำไฟฟ้าในโลหะ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด เรากล่าวว่ามีการนำไฟฟ้าในตัวกลางนั้น การนำไฟฟ้าที่รู้จักโดยทั่วไป คือ การนำไฟฟ้าในโลหะ ซึ่งสายไฟจะทำจากโลหะ เช่น โลหะเงิน โลหะทองแดง โลหะอลูมิเนียม โลหะเงินเยอรมัน โลหะตะกั่ว และโลหะผสมต่างๆ สายไฟฟ้าที่ใช้งาน ภายในอาคารบ้านเรือน จะใช้โลหะทองแดง และระบบไฟฟ้าแรงสูงจะใช้โลหะอะลูมิเนียม โลหะประกอบด้วยอะตอมที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1-3 ตัว ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้จะหลุดจากอะตอมง่ายและเคลื่อนที่โดยไม่อยู่เป็นประจำอะตอมหนึ่งอะตอมใด จึงเรียกว่า อิเล็กตรอนอิสระ (free electron) ตามปกติการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำนั้นเป็นการเคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบคือไม่มีทิศทางแน่นอน เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบบราวน์ ดังรูป ก. แต่เมื่อทำให้มีสนามไฟฟ้า (E) ภายในโลหะนั้น แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระมีการเคลื่อนที่ลัพธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับสนามไฟฟ้า เรียกว่า ความเร็วลอยเลื่อน (drift velocity; v_d) ดังรูป ข. ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในโลหะ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าในโลหะจึงเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ



รูป ก. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ โลหะ แบบไร้ระเบียบไม่มีทิศทางแน่นอน รูป ข. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ โลหะ ภายใต้การกระตุ้นด้วยสนามไฟฟ้า

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าในตัวกลางเกิดจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า จึงได้มีการกำหนดว่า กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา พิจารณาการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางในรูปที่ 1 สมมติในเวลา t มีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจำนวน N ตัวเคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลาง ถ้าอนุภาคแต่ละตัวมีประจุไฟฟ้า q ดังนั้นประจุไฟฟ้าทั้งหมด Q ที่ผ่านภาคตัดขวางจะเท่ากับ Nq

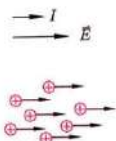


รูปที่ 1 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าผ่านภาคตัดขวางของตัวกลาง

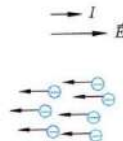
จากข้อกำหนดข้างต้น กระแสไฟฟ้า I จึงมีค่าดังนี้

$$I = \frac{Nq}{t} = \frac{Q}{t} \quad \text{มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ต่อวินาที หรือ แอมแปร์ แทนด้วยสัญลักษณ์ A}$$

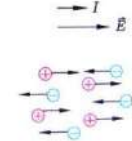
เนื่องจากสนามไฟฟ้าทำให้อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เป็นกระแสไฟฟ้า จึงมีการกำหนดให้ กระแสไฟฟ้าในตัวกลางมีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า โดยที่อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจึงมีทิศจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ดังรูปที่ 2, 3, 4 การกำหนดทิศของกระแสไฟฟ้าเช่นนี้ ไม่ได้หมายความว่า กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ แต่กำหนดขึ้นเพื่อให้สะดวกในการบอกการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 2 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก

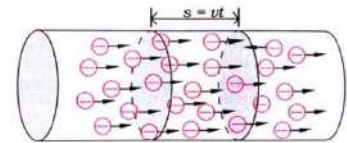


รูปที่ 3 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ



รูปที่ 4 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกและลบ

สำหรับการนำไฟฟ้าในโลหะ จากรูปที่ 5 ในช่วงเวลา t จำนวนอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัด A คือ จำนวนอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำที่มีปริมาตร sA ซึ่งเท่ากับ nsA หรือ nvtA เนื่องจาก $s = vt$ ดังนั้นประจุไฟฟ้า Q ของอิเล็กตรอนอิสระจำนวน nvtA ตัว เท่ากับ nevtA



รูปที่ 5 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำโลหะผ่านพื้นที่หน้าตัด

$$\text{จะได้ว่า } I = \frac{Q}{t} = \frac{ne \, atA}{t}$$

$$\text{นั่นคือ } I = nev_d A$$

ให้	I	คือ	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
	n	คือ	เป็นความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระหรือจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในหนึ่งหน่วยปริมาตรของตัวนำ (ต่อลูกบาศก์เมตร)
	v_d	คือ	เป็นขนาดความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ (เมตร/วินาที)
	e	คือ	เป็นประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนอิสระ 1 ตัว มีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์
	A	คือ	พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ (ตารางเมตร)

ตัวอย่าง ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร ถ้ามีกระแสไฟฟ้าในลวดนี้ 2 แอมแปร์ ขนาดความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระเป็นเท่าใด กำหนดให้ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนอิสระเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระของทองแดงเท่ากับ 8.4×10^{28} ต่อลูกบาศก์เมตร

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สิ่งที่ทำนาย

1. หากใช้แผ่นเสียงที่ถูกับมือ แล้วนำมาใกล้ๆ ลวดโลหะ ดังภาพ ก แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพ ก

.....

.....

.....

.....

.....

2. หากใช้ผ้าที่ถูกับมือแล้วนำมาใกล้ๆ ลวดโลหะ ดังภาพ ข แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพ ข

.....

.....

.....

.....

.....

3. หากใช้มือแตะที่โลหะขณะที่ผ้าอยู่ใกล้ๆ โลหะนั้น ดังภาพ ค แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพ ค

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่สังเกตได้

1. หากใช้แผ่นเสียงที่ถูกับมือ แล้วนำมาใกล้ๆ ลวดโลหะ ดังภาพ ก แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพ ก

2. หากใช้ผ้าที่ถูกับมือแล้วนำมาใกล้ๆ ลวดโลหะ ดังภาพ ข แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพ ข

3. หากใช้มือแตะที่โลหะขณะที่ผ้าอยู่ใกล้ๆ โลหะนั้น ดังภาพ ค แผ่นฟอยล์ด้านในจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพ ค

สรุป

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. ถ้ามีกระแสไฟ 1.25 แอมแปร์ ในเส้นลวดโลหะเส้นหนึ่ง ประจุไฟฟ้าทั้งหมดที่ผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของเส้นลวดโลหะเส้นนั้นในเวลา 5.0 นาติ จะมีค่ากี่คูลอมบ์
1. 175 2. 225 3. 325 4. 375

2. ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เกิดจากกระแส 250 มิลลิแอมแปร์ ไหลผ่านตัวนำเป็นเวลา 1 นาติ มีค่าเท่าไร
1. 1.5×10^4 คูลอมบ์ 2. 1.5 คูลอมบ์
3. 1.5×10^6 ไมโครคูลอมบ์ 4. 1.5×10^7 ไมโครคูลอมบ์

3. ถ้าต่อเส้นลวดโลหะเส้นหนึ่งกับเซลล์ไฟฟ้า แล้วปรากฏว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดนี้ 1.60 แอมแปร์ จงหาจำนวนอิเล็กตรอนอิสระที่ผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดโลหะนั้น ในเวลา 10.0 วินาที (อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้า 1.6×10^{-19} คูลอมบ์)
1. 1×10^{19} 2. 1×10^{20} 3. 2×10^{19} 4. 2×10^{20}

4. ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 3 ตารางมิลลิเมตร มีอิเล็กตรอน 6×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าอิเล็กตรอน เคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อน 0.28 มิลลิเมตร/วินาที จงหากระแสไฟฟ้าในหน่วยแอมแปร์ที่ไหลในเส้นลวดนี้
1. 5.5 2. 6.8 3. 8.1 4. 10.0

5. ลวดตัวนำโลหะขนาดสม่ำเสมอมีปริมาณกระแสต่อหน่วยพื้นที่ เท่ากับ 1×10^6 แอมแปร์ต่อตารางเมตร และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระเป็น 5×10^{28} ต่อลูกบาศก์เมตร จงหาขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวด
1. 1.25×10^{-4} m/s 2. 1.50×10^{-4} m/s 3. 1.75×10^{-4} m/s 4. 2.00×10^{-4} m/s

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_2

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง กฎของโอห์ม

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายกฎของโอห์ม ความต้านทาน สภาพต้านทาน และการใช้กฎของโอห์มหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองจุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า

2. สาระสำคัญ

กฎของโอห์มกล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น และอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าจะเป็นค่าคงตัวค่าหนึ่ง เรียกว่าความต้านทาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ (K)
2. นักเรียนสามารถทำการทดลองและสรุปกฎของโอห์มได้ว่า เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด ในตัวนำโลหะได้ (P)
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาค่าคำตอบปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

กฎของโอห์มกล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น และอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าจะเป็นค่าคงตัวค่าหนึ่ง เรียกว่าความต้านทาน ดังสมการ

$$\frac{V}{I} = R$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นทำนาย (Predict) 20 นาที

- 1.1 ครูกล่าวว่า “ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า และตัวต้านทานหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ที่จะใส่เข้าไปในวงจรไฟฟ้านั้นๆ เพราะฉะนั้น ความสำคัญของวงจรที่จะต้องคำนึงถึงเมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าใดๆ คือทำอย่างไรจึงจะไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในวงจรมากเกินไปซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหาย หรือวงจรไหม้เสียหายได้” (Science)

- 1.2 ครูถามนักเรียนว่า “เราจะทำอะไรในการต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในวงจรมากเกินไป” (ต้องมีการใส่ตัวต้านทานไว้/ไม่มีการตอบ) (Science)
- 1.3 ครูทบทวนความรู้เรื่องกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าให้นักเรียน และถามนักเรียนว่า ความต่างศักย์มีผลทำให้ประจุเคลื่อนที่เกิดเป็นกระแสไฟฟ้า แสดงว่า ศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าน่าจะมีความสัมพันธ์กัน ทั้งสองอย่างนี้ สัมพันธ์กันจริงหรือไม่ เราสามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงได้อย่างไร (ทำการทดลอง/ทำการพิสูจน์) (Science)
- 1.4 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 1.5 นักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง โดยครูเตรียมอุปกรณ์การทดลองไว้ (Engineers)
- 1.6 นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการออกแบบการทดลอง
- 1.7 ครูอภิปรายแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง
- 1.8 ครูถามนักเรียนว่า “ในการทดลอง เราจะสังเกตสิ่งใดเพื่อได้มาซึ่งคำตอบ” (วัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า)
- 1.9 ครูถามนักเรียนว่า “เมื่อได้ค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าแล้ว เราจะดูความสัมพันธ์กันอย่างไร” (เขียนกราฟผกผัน)
- 1.10 ครูให้นักเรียนทำนายว่ากราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์จะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด บันทึกสิ่งที่ทำนายลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม

2. ขั้นสังเกต/ทดลอง (Observe) 35 นาที

- 2.1 นักเรียนทำการทดลองที่ 14.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ตามแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) โดย
 - 2.1.1 ใช้แอมมิเตอร์ต่อกับลวดนิโครมแบบอนุกรม โดยต่อขั้วเสียบสายไฟที่มาจากขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับขั้วบวกของแอมมิเตอร์ ซึ่งหากไม่มีลวดนิโครมให้ใช้ตัวต้านทานขนาด 8 – 15 โอห์ม แทนได้
 - 2.1.2 ต่อขานานโวลต์มิเตอร์เข้ากับส่วนของวงจรที่ต้องการวัดความต่างศักย์ ขั้วของโวลต์มิเตอร์จะต้องต่อเข้ากับสองจุดที่ต้องการวัดความต่างศักย์ โดยขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์ต่อเข้ากับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ขั้วลบต่อเข้ากับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - 2.1.3 เมื่ออ่านค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าแต่ละครั้งแล้ว ให้ดึงขั้วเสียบออกจากแบตเตอรี่ หากทิ้งไว้จะทำให้ลวดนิโครมร้อน ทำให้ความต้านทานของลวดนิโครมเพิ่มขึ้น
- 2.2 บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบาย (Explain) 55 นาที

- 3.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ทดลองได้ เพื่อสรุปจากสิ่งที่ทดลองได้นั้น เป็นการวิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
- 3.2 นักเรียนนำเสนอการเปรียบเทียบสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่ทำการทดลองได้

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ และสรุปเป็นกฎของโอห์มได้ ซึ่งจากการทดลองจะได้กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ามีลักษณะเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ทำให้สรุปได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนิโครมแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดนิโครม จึงเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{array}{lcl} \text{ดังนั้น} & I \propto V & \\ & I = kV & \\ & \frac{V}{I} = \frac{1}{k} & \text{เมื่อ} \quad \frac{1}{k} = R \\ \text{จะได้} & \frac{V}{I} = R & \end{array}$$

ซึ่งค่าคงตัว R นี้ เรียกว่า ความต้านทาน (resistance) ของลวดนิโครมที่ใช้ในการทดลอง ความต้านทานมีหน่วยโวลต์ต่อแอมแปร์ หรือเรียกว่า โอห์ม (ohm) แทนด้วยสัญลักษณ์ Ω และจากความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า สามารถสรุปเป็นกฎของโอห์มได้ว่า “เมื่ออุณหภูมิตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ จะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น” (Sciences)

3.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม (Mathematics)

3.5 ครูแนะนำศึกษาเพิ่มเติมในเว็บไซต์ (Science, Technology)

3.6

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม
3. ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม
4. สื่อนำเสนอ(power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต ที่เกี่ยวกับกฎของโอห์ม ได้แก่

- <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/reflection.htm>
- <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/4.html>
- <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/gfda.html>
- <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/10/sound/sound/property-1.htm>

7. การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถามรายบุคคล/ รายกลุ่ม - การทำแบบทดสอบ/ แบบฝึกหัด	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม -แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE - ใบงาน/แบบฝึกหัด
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-การอภิปรายและนำเสนอความรู้ที่ได้รายบุคคล/ รายกลุ่ม - ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	- ความซื่อสัตย์ - การกระตือรือร้นในการเรียน - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - การมีวินัย - ความรับผิดชอบ	- แบบบันทึกพฤติกรรม - การส่งงาน

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบงาน

คะแนนทั้งหมด 5 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
3 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม

คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สิ่งที่ทำนาย

ผลการทดลอง

จำนวนแบตเตอรี่	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)

สิ่งที่ได้จากการทดลอง

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์ม

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

1. จะต้องใช้ความต่างศักย์เท่าไรต่อเข้ากับตัวต้านทาน 1000 โอห์ม เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทาน 1.0 มิลลิแอมแปร์
1. 0.5 V 2. 1.0 V 3. 1.5 V 4. 2.0 V

2. ลวดโลหะชนิดหนึ่ง มีสภาพต้านทาน 2.0×10^{-8} โอห์ม.เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1.0 ตารางมิลลิเมตร ต้องการให้ลวดโลหะนี้มีความต้านทาน 1 โอห์ม ต้องใช้ลวดยาวกี่เมตร
1. 5.0×10^{-3} 2. 2.0×10^{-2} 3. 50 4. 5.0×10^7

3. ลวดเส้นหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 มิลลิเมตร ทำด้วยสารซึ่งมีสภาพต้านทาน $4.8 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ ถ้าจะใช้ลวดเส้นนี้เป็นตัวต้านทานที่มีความต้านทาน 2.00 โอห์ม จะต้องใช้ลวดยาวกี่เมตร
1. 0.64 2. 0.82 3. 1.00 4. 1.24

4. ทรงกระบอกทำจากโลหะที่มีสภาพต้านทาน 4×10^{-7} โอห์ม.เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.04 ตารางเซนติเมตร ช่วง AB ยาว 1.50 เมตร ขณะที่มีการเสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ ไหลผ่านทรงกระบอกนี้ ความต่างศักย์ระหว่าง AB มีค่ากี่โวลต์
1. 1.0 2. 1.5 3. 3.0 4. 6.0

5. ลวดความต้านทาน A และ B ยาวเท่ากัน ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกัน รัศมีของ A เป็นครึ่งหนึ่งของรัศมีของ B ความต้านทานของ A จะเป็นกี่เท่าของความต้านทานของ B
1. 41 เท่า 2. 21 เท่า 3. 2 เท่า 4. 4 เท่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_3

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ตัวต้านทาน

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายกฎของโอห์ม ความต้านทาน สภาพต้านทาน และการใช้กฎของโอห์มหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองจุดใดๆในวงจรไฟฟ้า

2. สาระสำคัญ

อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าจะเป็นค่าคงตัวค่าหนึ่งเรียกว่าความต้านทาน ตัวต้านทานมีหลายชนิดได้แก่ ตัวต้านทานค่าคงตัว ตัวต้านทานแปรค่า ตัวต้านทานตามความเข้มของแสง เทอร์มิสเตอร์ และไดโอด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความต้านทานได้ (K)
2. นักเรียนสามารถอ่านค่าของความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานค่าคงตัวได้ (K)
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อบอกคุณสมบัติเกี่ยวกับความต้านทานชนิดต่างๆได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ตัวต้านทานมีหลายชนิดดังนี้

1. ตัวต้านทานค่าคงตัว มักทำจากผงคาร์บอนรูปทรงกระบอกมีขาต่อ 2 ข้างเป็นลวดโลหะ ใช้แถบสีดำ น้ำตาล แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน ม่วง เทา และขาว บอกค่าความต้านทาน และอาจมีค่าความคลาดเคลื่อนกำกับไว้ด้วย ตัวต้านทานมีหน้าที่จำกัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร
2. ตัวต้านทานแปรค่า สามารถแปรค่าความต้านทานตามการหมุนหรือเลื่อนได้ เช่น ตัวควบคุมความดังของเสียงในเครื่องรับวิทยุ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า
3. ตัวต้านทานตามความเข้มของแสง เรียกว่า LDR ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ตามความเข้มของแสง
4. เทอร์มิสเตอร์ ใช้ควบคุมวงจรตามระดับอุณหภูมิ
5. ไดโอด จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ทิศทางเดียว จึงนำมาแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นทำนาย (Predict)

- 1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 1.2 ครูทบทวนการทดลองที่ 14.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยการทดลองได้ใช้ตัวต้านทานคงตัวค่าหนึ่ง
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ()
 - 1.2.1 ตัวต้านทาน หรือ (resistor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการต้านการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า นั่นคือ ถ้าอุปกรณ์นั้นมีความต้านทานมาก กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะน้อยลง ซึ่งอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัวถูกออกแบบให้ใช้แรงดันและกระแสที่แตกต่างกัน ดังนั้นตัวต้านทานจึงเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทและใช้กันมากในงานด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วิทยุ, โทรศัพท์, คอมพิวเตอร์, เครื่องขยายเสียง ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ เป็นต้น
 - 1.2.2 หน่วยของความต้านทานวัดเป็นหน่วย “โอห์ม” เขียนแทนด้วยอักษรกรีกคือตัว “โอเมก้า” ค่าความต้านทาน 1 โอห์ม หมายถึง การป้อนแรงดันไฟฟ้าขนาด 1 โวลต์ ไหลผ่านตัวต้านทานแล้วมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์
- 1.4 ครูนำตัวต้านทานชนิดค่าคงตัว มาให้นักเรียนดู และอภิปรายเกี่ยวกับตัวต้านทานค่าคงตัวว่า “ตัวต้านทานชนิดคงที่เป็นตัวต้านทานที่ผลิตขึ้นมา มีค่าความต้านทานคงที่ตายตัวเปลี่ยนแปลงไม่ได้ สามารถสร้างให้มีค่าความต้านทานกว้างมาก ตั้งแต่ค่าต่ำเป็นเศษส่วนของโอห์มไปจนถึงค่าสูงสุดเป็นเมกะโอห์มขึ้นไป ผลิตมาใช้งานได้ทั้งประเภทโลหะและประเภทอโลหะ โดยเรียกตามวัสดุที่นำมาใช้ผลิต เช่น ไวรไวต์, ฟิล์มโลหะ, คาร์บอนและฟิล์มคาร์บอน เป็นต้น”
- 1.5 ครูนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด ได้แก่ แอลดีอาร์, เทอร์มิสเตอร์ และไดโอด มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า “อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งสามชิ้นนี้ ตัวไหนที่มีความต้านทานขึ้นกับแสง ตัวไหนที่มีความต้านทานขึ้นกับอุณหภูมิ ตัวไหนที่ป้องกันไม่ให้เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเสียหายจากแหล่งกำเนิดผิดขั้วซึ่งจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร”
(แอลดีอาร์/ เทอร์มิสเตอร์/ ไดโอด)
- 1.6 นักเรียนบันทึกสิ่งที่ทำนายลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
- 1.7 ครูอภิปรายแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ทดลองวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่ขึ้นกับอุณหภูมิ จับเวลาในการวัดค่าความต้านทาน โดยให้ระยะห่างระหว่างหลอดไฟและตัวต้านทานคงที่

1. กำหนดระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง (หลอดไฟ) ที่จะวัดความต้านทานแต่ละจุด
2. กำหนดเวลาในการจับเวลาเป็น 1 นาที, 2 นาที และ 3 นาที
3. นำอุปกรณ์ชิ้นที่ 1 (นักเรียนสามารถที่จะเลือก LDR หรือ thermistor ทดลองก่อนก็ได้) ไปวางที่ตำแหน่งต้องการวัดค่าความต้านทาน

4. จับเวลาและอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากโอห์มมิเตอร์ บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
5. ระยะห่างระหว่างหลอดไฟและตัวต้านทานยังคงเท่าเดิม แต่เปลี่ยนเวลาในการทดลอง อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากโอห์มมิเตอร์ บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
6. เปลี่ยนจากอุปกรณ์ชิ้นที่ 1 เป็นชิ้นที่ 2 โดยทำการทดลองเช่นเดียวกันกับอุปกรณ์ชิ้นที่ 1

ตอนที่ 2 ทดลองวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่ขึ้นกับความเข้มแสง โดยเปลี่ยนระยะห่างระหว่างหลอดไฟและตัวต้านทาน แต่ให้เวลาที่ใช้คงที่

1. กำหนดระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง (หลอดไฟ) ที่จะวัดความต้านทานแต่ละจุด เป็น 1 cm, 10 cm, 20 cm
2. กำหนดเวลาในการจับเวลาเป็น 1 นาที
3. นำอุปกรณ์ชิ้นที่ 1 (นักเรียนสามารถที่จะเลือก LDR หรือ thermistor ทดลองก่อนก็ได้) ไปวางที่ตำแหน่งต้องการวัดค่าความต้านทาน
4. จับเวลาและอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากโอห์มมิเตอร์ บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
5. เปลี่ยนระยะห่างระหว่างหลอดไฟและตัวต้านทาน จับเวลาและอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากโอห์มมิเตอร์ บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
6. เปลี่ยนจากอุปกรณ์ชิ้นที่ 1 เป็นชิ้นที่ 2 โดยทำการทดลองเช่นเดียวกันกับอุปกรณ์ชิ้นที่ 1

ตอนที่ 3 ทดลองวัดค่าความต้านทานของไดโอด ใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของไดโอด

1. ต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับไดโอด วัดความต้านทานในขณะที่ต่อถูกขั้ว (ต่อขั้วบวกเข้ากับขั้วบวก ต่อขั้วลบเข้ากับขั้วลบ)
2. ต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับไดโอด วัดความต้านทานในขณะที่ต่อสลับขั้ว (ต่อขั้วบวกกับขั้วลบ ต่อขั้วลบเข้ากับขั้วบวก)

2. ขั้นสังเกต (Observe)

- 2.1 นักเรียนทำการทดลอง
- 2.2 บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน

ชั่วโมงที่ 2

3 ชั้นอธิบาย (Explain)

- 3.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ทดลองได้ รวมถึงการวิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
- 3.2 นักเรียนนำเสนอการเปรียบเทียบสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่ทำการทดลองได้
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อได้ข้อสรุป ดังนี้
 - 3.3.1 ตัวต้านทานตามความเข้มของแสง เรียกว่า LDR ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดสวิทช์ตามความเข้มของแสง
 - 3.3.2 เทอร์มิสเตอร์ เป็นตัวต้านทานที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ใช้ควบคุมวงจรตามระดับอุณหภูมิ
 - 3.3.3 ไดโอด จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ทิศทางเดียว จึงนำมาแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
3. สื่อนำเสนอ (power point)
4. หนังสือในห้องสมุด
5. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต 3 เรื่อง ตัวต้านทาน ได้แก่
 - <http://www.mmv.ac.th/supphapong/sci%20817.htm>
 - <http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-02.html>
 - http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electromagnetism/sub_lesson/5_4.htm
 - <http://www.med.cmu.ac.th/dept/vascular/note/content2.html>
 - <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor1.html>
 - <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor5.html>
 - https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_power/wiki/829db/_2_.html
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75590

7. การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถามรายบุคคล/ รายกลุ่ม - การทำแบบทดสอบ/ แบบฝึกหัด	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE - ใบงาน/แบบฝึกหัด
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	- การอภิปรายและนำเสนอความรู้ที่ได้ รายบุคคล/ รายกลุ่ม - ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	- ความซื่อสัตย์ - การกระตือรือร้นในการเรียน - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - การมีวินัย - ความรับผิดชอบ	- แบบบันทึกพฤติกรรม - การสังเกต

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบกิจกรรม

คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน

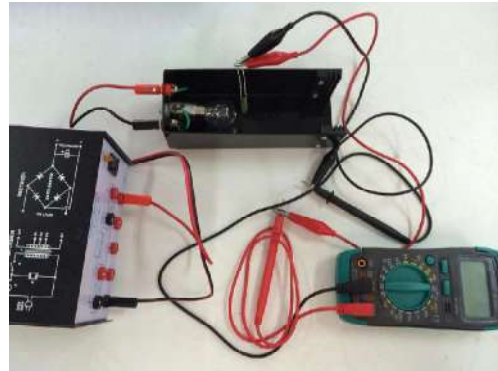
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

การทดลอง เรื่อง ตัวต้านทาน

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดมัลติมิเตอร์ 1 ชุด
2. LDR
3. Thermistor
4. ไดโอด (LED)
5. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ
6. กล่องแสง
7. สายไฟพร้อมปากหนีบ
8. นาฬิกาจับเวลา
9. ไม้เมตร



รูปการต่ออุปกรณ์การทดลองตอนที่ 1

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ต่อกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ
2. ต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับตัวต้านทานที่ต้องการวัดค่า
3. นำตัวต้านทานที่ต่อกับมัลติมิเตอร์ไปวางไว้ ณ ตำแหน่งที่จะทำการวัด
4. เปิดกล่องแสงพร้อมกับจับเวลา และวัดค่าความต้านทาน บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน

ตอนที่ 2

1. ต่อกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ
2. ต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับตัวต้านทานที่ต้องการวัดค่า
3. นำตัวต้านทานที่ต่อกับมัลติมิเตอร์ไปวางไว้ ณ ตำแหน่งที่จะทำการวัด
4. เปิดกล่องแสง และวัดค่าความต้านทาน บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน
5. เปลี่ยนตำแหน่งที่จะทำการวัดค่า จากนั้นวัดค่าความต้านทาน บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน

ตอนที่ 3

1. ต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับไดโอด (LED) เพื่อการติดของหลอด LED
2. ต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับไดโอด (LED) เพื่อการติดของหลอด LED โดยเปลี่ยนขั้วบวก ขั้วลบ

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ตัวต้านทาน

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สิ่งที่ทำนาย

.....
.....
.....
.....
.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ชนิดตัวต้านทาน	เวลา		

ตอนที่ 2

ชนิดตัวต้านทาน	ระยะห่าง		

ตอนที่ 3

การต่อวงจร	การติดของหลอดไฟ
ต่อถูกขั้ว	
ต่อสลับขั้ว	

[illegible][illegible][illegible]

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_4

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายกฎของโอห์ม ความต้านทาน สภาพต้านทาน และการใช้กฎของโอห์มหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองจุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า

2. สาระสำคัญ

ค่าคงตัวของความต้านทานของลวดโลหะแต่ละชนิดเรียกว่าสภาพต้านทานไฟฟ้า ส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้าคือสภาพนำไฟฟ้า เราจำแนกสารตามสภาพการต้านทานไฟฟ้าได้เป็นฉนวน สารกึ่งตัวนำ และตัวนำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้าได้ (K)
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานสภาพนำไฟฟ้า ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำที่สม่ำเสมอได้ (K)
3. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้ (ความรู้)

ลวดโลหะขนาดใหญ่และสั้นจะมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ค่าคงตัวของความต้านทานของลวดโลหะแต่ละชนิดเรียกว่า สภาพต้านทานไฟฟ้า ดังสมการ
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

ซึ่ง ρ หรือสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารชนิดเดียวกันมีค่าเท่ากัน โดยสภาพต้านทานเป็นสมบัติเฉพาะของสารชนิดต่างๆ แต่ความต้านทานของสารชนิดเดียวกัน อาจมีค่าต่างกันก็ได้ เพราะขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของตัวต้านทานนั้น

ตัวต้านทานที่มีความต้านทานมาก จะยอมให้ให้กระแสไฟฟ้าผ่านน้อย จึงกล่าวได้ว่า ตัวต้านทานนั้นมีความนำไฟฟ้าน้อย ดังนั้นความนำไฟฟ้าจึงเป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น (โอห์ม)⁻¹ หรือซีเมนส์ และส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า คือ สภาพนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็น (โอห์ม เมตร)⁻¹ หรือซีเมนส์ต่อเมตร เราจำแนกสารตามสภาพการต้านทานไฟฟ้าได้ดังนี้

1. ฉนวน เป็นสารที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าสูง
2. สารกึ่งตัวนำเป็นสารที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าปานกลาง
3. ตัวนำเป็นสารที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ

1. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นทำนาย (Predict)

- 1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม (มีเหตุผล, พอประมาณ)
- 1.2 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความต้านทานของตัวต้านทาน ที่มีความต้านทานคงตัว และเป็นไปตามกฎของโอห์ม
- 1.3 ครูให้นักเรียนทำนายว่า “ถ้าเป็นโลหะชนิดเดียวกัน โดยมีความยาวต่างกันแต่พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ค่าความต้านทานจะมีค่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด”
- 1.4 ครูให้นักเรียนทำนายว่า “โลหะชนิดเดียวกัน ถ้าใช้ความยาวเท่ากัน โดยมีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน ค่าความต้านทานจะมีค่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด”
- 1.5 นักเรียนเขียนสิ่งที่ทำนายลงในใบงานที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า (มีภูมิคุ้มกัน)
- 1.6 ครูอภิปรายแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า
 - 1.6.1 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของลวดโลหะที่มีความยาวค่าหนึ่ง พื้นที่หน้าตัดค่าหนึ่ง
 - 1.6.2 เปลี่ยนขนาดของลวดโลหะ โดยการเปลี่ยนขนาดความยาว แต่พื้นที่หน้าตัดยังคงเท่าเดิม แล้ววัดค่าความต้านทานของลวดโลหะ บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า
 - 1.6.3 เปลี่ยนขนาดของลวดโลหะ โดยการเปลี่ยนขนาดพื้นที่หน้าตัด แต่ใช้ความยาวค่าหนึ่ง แล้ววัดค่าความต้านทานของลวดโลหะ
 - 1.6.4 เปลี่ยนขนาดของลวดโลหะ โดยการเปลี่ยนขนาดพื้นที่หน้าตัด แต่ใช้ความยาวเท่าเดิม บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

2. ขั้นสังเกต (Observe)

- 2.1 นักเรียนทำการทดลอง
- 2.2 บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

ชั่วโมงที่ 2

3. ขั้นอธิบาย (Explain) (คุณธรรม, ความรู้)

- 3.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ทดลองได้ เพื่อสรุปจากสิ่งที่ทดลองได้นั้น เป็นการวิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
- 3.2 นักเรียนนำเสนอการเปรียบเทียบสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่ทำการทดลองได้
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน ความยาว และพื้นที่หน้าตัด และสรุปได้ว่า ρ คือ สภาพต้านทานไฟฟ้า
- 3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า

- 3.4.1 สภาพต้านทานของสารชนิดเดียวกันมีค่าเท่ากัน
- 3.4.2 ความต้านทานของสารชนิดเดียวกันอาจแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสารนั้น
- 3.4.3 ความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทาน มีหน่วยเป็น (โอห์ม)⁻¹ หรือ ซีเมนต์ (S)
- 3.4.4 สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นซีเมนต์ต่อเมตร
- 3.4.5 สามารถจำแนกสารตามสภาพการต้านทานไฟฟ้าได้ดังนี้
 - 1. ฉนวน เป็นสารที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าสูง
 - 2. สารกึ่งตัวนำเป็นสารที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าปานกลาง
 - 3. ตัวนำเป็นสารที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ
- 3.5 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่อสภาพต้านทานไฟฟ้า

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า
4. สื่อนำเสนอ (power point)
5. หนังสือในห้องสมุด
6. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า ได้แก่
 - <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/reflection.htm>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/4.html>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/gfda.html>
 - <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/10/sound/sound/property-1.htm>
 - <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/561-%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%A7%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%86?groupid=157>

7. การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถามรายบุคคล/ รายกลุ่ม - การทำแบบทดสอบ/ แบบฝึกหัด	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม -แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE - ใบงาน/แบบฝึกหัด
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-การอภิปรายและนำเสนอความรู้ที่ได้รายบุคคล/ รายกลุ่ม - ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	- ความซื่อสัตย์ - การกระตือรือร้นในการเรียน - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - การมีวินัย - ความรับผิดชอบ	- แบบบันทึกพฤติกรรม - การส่งงาน

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบงาน คะแนนทั้งหมด 5 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	ตอบถูก
0	ตอบผิด
3 คะแนน ขึ้นไป = ผ่าน	

ใบกิจกรรม คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สิ่งที่ทำนาย

.....
.....
.....

ผลการทดลอง

พื้นที่หน้าตัด (A)	ความยาวของเส้นลวด (m)	ความต้านทาน (Ω)

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

สรุป

.....
.....
.....
.....

ความรู้เพิ่มเติม

.....
.....
.....
.....

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

- ก. ความต้านทานเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า ค. ความต้านทานลดลงเป็น 4 เท่า
- ข. ความต้านทานเพิ่มขึ้นเป็น 16 เท่า ง. ความต้านทานลดลงเป็น 16 เท่า

6. (แนว มข) ลวดเหล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นสองเท่าของลวดทองแดงและมีสภาพต้านทาน เป็น 6 เท่าของลวดทองแดง ถ้าต้องการลวดทองแดงและลวดเหล็กที่มีความต้านทาน เท่ากัน จะต้องใช้อัตราส่วนของความยาวของลวดทองแดงต่อลวดเหล็กเท่าใด

1. 3 : 1 2. 1 : 3 3. 3 : 2 4. 2 : 3

7. ลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 6.0 โอห์ม เมื่อนามารีดให้เส้นลวดมีขนาดเล็กลงจนมีความยาวเป็นสามเท่าของตอนเริ่มต้น ถ้าคุณสมบัติต่างๆ ของสารที่ทำเส้นลวดไม่เปลี่ยน ความต้านทานของเส้นลวดตอนสุดท้ายจะเป็นกี่โอห์ม

1. 18 2. 24 3. 36 4. 54

8. แท่งเจอร์มาเนียมขนาดพื้นที่หน้าตัด 2 ตารางมิลลิเมตร ยาว 1 เซนติเมตร มีความต้านทาน 10000 โอห์ม เจอร์มาเนียมจะมีสภาพนำไฟฟ้าเป็นเท่าใด

1. 0.5 $\Omega \cdot m$ 2. 1.0 $\Omega \cdot m$ 3. 0.5 $(\Omega \cdot m)^{-1}$ 4. 1.0 $(\Omega \cdot m)^{-1}$

9. ทรงกระบอกทำจากโลหะที่มีสภาพต้านทาน 4×10^{-7} โอห์ม.เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.04 cm^2 ช่วง AB ยาว 1.50 เมตร ขณะที่มีการเสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ ไหล ผ่านทรงกระบอกนี้ ความต่างศักย์ระหว่าง AB มีค่ากี่โวลต์

1. 3×10^{-3} 2. 3×10^{-4} 3. 3×10^{-5} 4. 3×10^{-7}

10. สายไฟ 2 เส้น ทำด้วยโลหะ 2 ชนิด เส้นที่ 2 มีสภาพความต้านทานเป็น 4 เท่าของ เส้นแรก พื้นที่หน้าตัดเส้นแรกมีขนาด 2 ตารางเซนติเมตร ถ้าความยาวและความต้านทานเท่ากัน แล้วพื้นที่หน้าตัดของเส้นที่ 2 จะมีขนาดกี่ตารางเซนติเมตร

1. 2 2. 4 3. 8 4. 16

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_5

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน.....

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้ว และตรวจสอบการต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่ วิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นและคำนวณหาปริมาณต่างๆ ได้

2. สาระสำคัญ

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นค่าที่แสดงถึงพลังงานที่แบตเตอรี่ให้ต่อหนึ่งหน่วยประจุที่ผ่านแบตเตอรี่นั้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ในวงจรเปิดจะเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่นั้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้ (K)
2. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ความต้านทานภายในแบตเตอรี่ และความต่างศักย์ที่ขั้วของแบตเตอรี่ได้ (K)
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดความต่างศักย์ของขั้วแบตเตอรี่ ขณะต่อกับตัวต้านทานและไม่ต่อกับตัวต้านทาน เพื่ออธิบายความแตกต่างระหว่างความต่างศักย์และแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ (P)
4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

กระแสไฟฟ้า (I) คือ กระแสที่นำพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือเป็นการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ

แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์ไฟฟ้าจ่ายให้กระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ตลอดวงจรไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (V) ดังนั้นค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจึงมีค่าเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจรภายนอกเซลล์ไฟฟ้าและภายในเซลล์ไฟฟารวมกัน

ความต่างศักย์ (V) หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไประหว่างจุด 2 จุด มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) ถ้าความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้ามีน้อยมาก จนไม่มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าขณะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเซลล์ไฟฟ้า ค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับความต่างศักย์ภายนอกเซลล์ เช่น ถ่านไฟฉาย 1.5 โวลต์ หมายถึง ถ่านไฟฉายมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์ ซึ่งจะมี ความต่างศักย์ 1.5 โวลต์

ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ (V_R) หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเคลื่อนประจุ 1 คูลอมบ์ จากขั้วบวกไปยังขั้วลบของเซลล์ โดยผ่านตัวต้านทานภายนอกเซลล์ (R) มีหน่วยเป็น จูลต่อคูลอมบ์ หรือ โวลต์

ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์ (V_r) หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเคลื่อนประจุ 1 คูลอมบ์ จากขั้วลบไปยังขั้วบวกของเซลล์ โดยผ่านภายในเซลล์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น จูลต่อคูลอมบ์ หรือ โวลต์

ความต้านทานภายใน (r) หมายถึง ความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ต่อแอมแปร์ หรือ โอห์ม

จากนิยามของแรงเคลื่อนไฟฟ้า ความต่างศักย์ภายนอกเซลล์ และความต่างศักย์ภายในเซลล์

กำหนดให้ ...

R	=	ความต้านทานที่ต่อกับเซลล์ไฟฟ้า...(โอห์ม)
r	=	ความต้านทานภายในของเซลล์ไฟฟ้า...(โอห์ม)
E	=	แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า...(โวลต์)
V_R	=	ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์...(โวลต์)
V_r	=	ความต่างศักย์ภายในเซลล์...(โวลต์)

จะได้ว่า ...

$$E = V_R + V_r \text{ (เมื่อ } V = IR \text{)}$$

$$E = IR + Ir$$

$$E = I(R + r)$$

ข้อสังเกต กระแสไฟฟ้า (I) ที่ผ่านในวงจรไฟฟ้า ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้า จะมีทิศทางออกจากขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าและเข้าสู่ขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

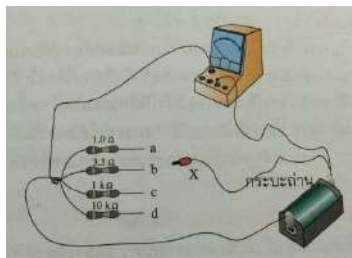
1. ขั้นทำนาย (Predict)

- 1.1 ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า โดยเน้นกับนักเรียนว่า แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปพลังงานอื่นให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และประจุไฟฟ้าจะถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าไปยังตัวนำ
- 1.2 ครูอภิปรายความรู้เกี่ยวกับความต่างศักย์ไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าตามหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) หน้า 94 - 95
- 1.3 ครูนำแบตเตอรี่ขนาด 1.5 V หรือ 12 V มาให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนว่า “ตัวเลขที่ปรากฏ 1.5 V หมายความว่าอย่างไร” (ความต่างศักย์ไฟฟ้า 1.5 โวลต์/ แรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์)
- 1.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ตัวเลขที่ปรากฏ 1.5 V หมายความว่า พลังงานไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดขนาด 1.5 จูล ที่ทำให้ประจุไฟฟ้าทุกๆ 1 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ไปยังส่วนต่างๆ ของวงจรได้
- 1.5 ครูกล่าวกับนักเรียนว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่างก็มีหน่วยเหมือนกันคือ โวลต์ แล้วทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- 1.6 ครูให้นักเรียนทำนายว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วของแบตเตอรี่และแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร
- 1.7 นักเรียนเขียนสิ่งที่ทำนายลงในใบงานที่ 5 เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

2. ขั้นสังเกต (Observe)

- 2.1 นักเรียนทำการทดลองที่ 14.2 ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ ตามแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)

2.1.1 ต่อดวงจรเพื่อทำการทดลอง ดังรูป



- 2.1.2 ในการทดลองจะใช้แบตเตอรี่ 1 ก้อน ซึ่งให้จุด X ต่อกับจุด a, b, c, d แล้วอ่านค่าความต่างศักย์แต่ละจุด
- 2.1.3 วัดค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ขณะที่ไม่ต่อกับความต้านทานภายนอก โดยอ่านค่าความต่างศักย์จากโวลต์มิเตอร์ในขณะที่จุด X ในวงจรไม่ได้ต่อกับจุด a, b, c, d
- 2.2 บันทึกผลการทดลองลงในใบงานที่ 5 เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ชั่วโมงที่ 2

3. อธิบาย (Explain)

- 3.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ทดลองได้ รวมถึงการวิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้
- 3.2.1 ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่ามาก ขณะที่แบตเตอรี่นั้นไม่ได้ต่ออยู่กับความต้านทานภายนอก
- 3.2.2 แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะใกล้เคียงกับความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่เมื่อแบตเตอรี่นั้นต่ออยู่กับตัวต้านทานภายนอกที่มีค่าสูง
- 3.2.3 ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่มีค่าน้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่นั้นต่ออยู่กับตัวต้านทานภายนอกที่มีค่าน้อย
- 3.2.4 จากกฎอนุรักษ์พลังงาน พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับจากแบตเตอรี่เท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าใช้ไปในวงจร
- จะได้ว่า $QE = QV_R + QV_r$ และจากกฎของโอห์มสรุปได้ว่า $V = E - Ir$
- 3.2.5 ในกรณีไม่มีความต้านทานภายนอกต่ออยู่กับแบตเตอรี่ เมื่อนำโวลต์มิเตอร์ มาวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วแบตเตอรี่ ค่าที่อ่านได้จะใกล้เคียงกับการนำความต้านทานโวลต์มิเตอร์มาต่อกับแบตเตอรี่ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ออกจากแบตเตอรี่ แต่เนื่องจากความต้านทานของโวลต์มิเตอร์มีค่ามาก ทำให้วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ได้ใกล้เคียงกับการวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ที่วัดได้ในขณะที่มีความต้านทานที่มีค่ามากต่ออยู่
- 3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้เกี่ยวกับ พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า
3. สื่อนำเสนอ (power point)
4. หนังสือในห้องสมุด
5. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า ได้แก่
 - <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/reflection.htm>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/4.html>
 - <http://thegeniusphysics.blogspot.com/p/gfda.html>
 - <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/10/sound/sound/property-1.htm>
 - <https://sites.google.com/site/bejoyfulphysice/--raeng-kheluxn-fifa-laea-khwam-tang-saky>
 - <https://krupairat5107.files.wordpress.com/2011/07/e0b981e0b8a3e0b887e0b980e0b884e0b8a5e0b8b7e0b988e0b8ade0b899e0b984e0b89fe0b89fe0b989e0b8b2.pdf>

7. การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถามรายบุคคล/ รายกลุ่ม - การทำแบบทดสอบ/ แบบฝึกหัด	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม -แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE - ใบงาน/แบบฝึกหัด
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-การอภิปรายและนำเสนอความรู้ที่ได้รายบุคคล/ รายกลุ่ม - ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	- ความซื่อสัตย์ - การกระตือรือร้นในการเรียน - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - การมีวินัย - ความรับผิดชอบ	- แบบบันทึกพฤติกรรม - การส่งงาน

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบกิจกรรม

คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

สิ่งที่ทำนาย

.....
.....
.....
.....

ผลการทดลอง

ความต้านทานที่ต่อกับแบตเตอรี่	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)
ไม่มีความต้านทาน	
1Ω	
3.3Ω	
1kΩ	
10k	

สิ่งที่ได้จากการทดลอง

.....
.....
.....
.....

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

สรุป

.....
.....
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_6

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้ว และตรวจสอบการต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่ วิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นและคำนวณหาปริมาณต่างๆ

2. สาระสำคัญ

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมจะทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว และความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัวที่ต่อแบบอนุกรม และความต้านทานรวมในวงจรจะเพิ่มขึ้น ตัวต้านทานที่ต่อแบบขนานจะทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรเท่ากับผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน และเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานที่ต่อแบบขนาน และความต้านทานรวมในวงจรจะลดลง และหากนำการต่อทั้งสองแบบมารวมกัน เรียกว่า การต่อแบบผสม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้ (K)
2. นักเรียนสามารถสรุปกฎสำหรับหาความต้านทานสมมูลของตัวต้านทานที่ต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้ (P)
4. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ (P)
5. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ตัวต้านทานที่ต่อในวงจรไฟฟ้ามี 3 แบบ คือ การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม การต่อตัวต้านทานแบบขนาน และการต่อตัวต้านทานแบบผสม ดังนี้

1. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมจะทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว และความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัวที่ต่อแบบอนุกรม และความต้านทานรวมในวงจรจะเพิ่มขึ้น
2. ในวงจรไฟฟ้าที่มีตัวต้านทานต่อแบบขนานจะทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรเท่ากับผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่า

เท่ากัน และเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานที่ต่อแบบขนาน และความต้านทานรวมในวงจรจะลดลง

3. การต่อตัวต้านทานแบบผสม เป็นการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม และแบบขนานร่วมกัน หาความต้านทานโดยวิธียุบวงจร จากสมการการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยยุบวงจรเป็นความต้านทานรวมไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ความต้านทานรวมทั้งวงจร

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

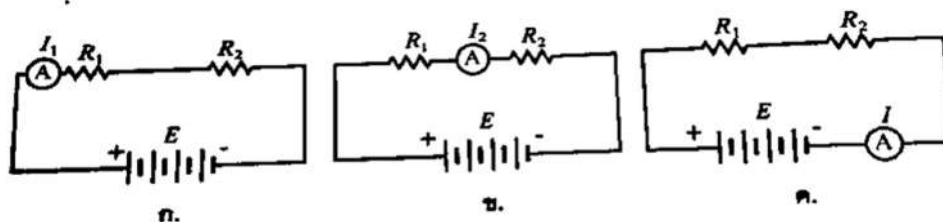
ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นทำนาย (Predict) 40 นาที

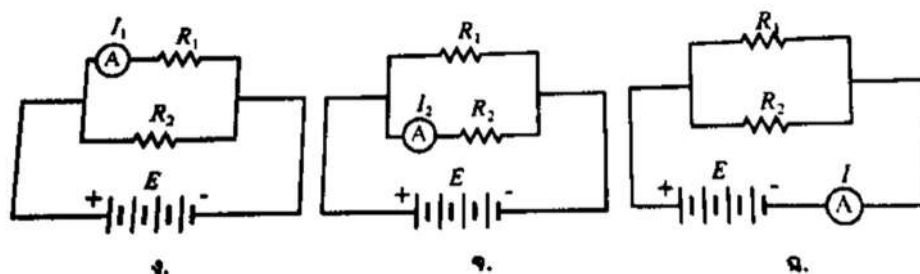
- 1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 1.2 ครูทบทวนเกี่ยวกับการต่อตัวเก็บประจุว่า ผลของการต่อตัวเก็บประจุแบบขนานจะได้ว่า
 - 1.2.1 ความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากันและเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม
 - 1.2.2 ประจุไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของประจุที่ผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า
 - 1.2.3 ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัว มีความจุรวมจะเท่ากับความจุของแต่ละตัวรวมกัน
- 1.3 ครูทบทวนเกี่ยวกับการต่อตัวเก็บประจุว่า ผลของการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมจะได้ว่า
 - 1.3.1 ประจุในตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่ากัน เท่ากับประจุของทั้งวงจร
 - 1.3.2 ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุทุกตัว
 - 1.3.3 ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัว มีความจุ C แต่ละตัวเท่ากัน
- 1.4 ครูถามนักเรียนว่า “หากเปลี่ยนจากตัวเก็บประจุมาเป็นตัวต้านทาน ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นอย่างไร” ครูยังไม่เฉลยคำตอบ
- 1.5 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการต่อตัวต้านทาน ตาม power point
- 1.6 ครูให้นักเรียนทำนาย
 - การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม ค่าความต่างศักย์ที่ปลายสองข้างของชุดตัวต้านทานมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับความต่างศักย์ที่ปลายสองข้างของตัวต้านทานทุกตัว
 - การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานทุกตัวมีความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างไร
 - การต่อตัวต้านทานแบบขนาน ค่าความต่างศักย์ที่ปลายสองข้างของชุดตัวต้านทานมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับความต่างศักย์ที่ปลายสองข้างของตัวต้านทานทุกตัว
 - การต่อตัวต้านทานแบบขนาน กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานทุกตัวมีความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างไร
- 1.7 นักเรียนเขียนสิ่งที่ทำนายลงในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน
- 1.8 ครูอภิปรายแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

ตอนที่ 1

- นำตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ที่มีความต้านทาน 100 โอห์ม และ 200 โอห์ม ตามลำดับ มาต่ออนุกรม แล้วต่อกับแอมมิเตอร์ และแบตเตอรี่
- วัดค่ากระแสไฟฟ้า I_1 I_2 และ I ที่ผ่านตำแหน่งใดๆ ในวงจร ดังรูป และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

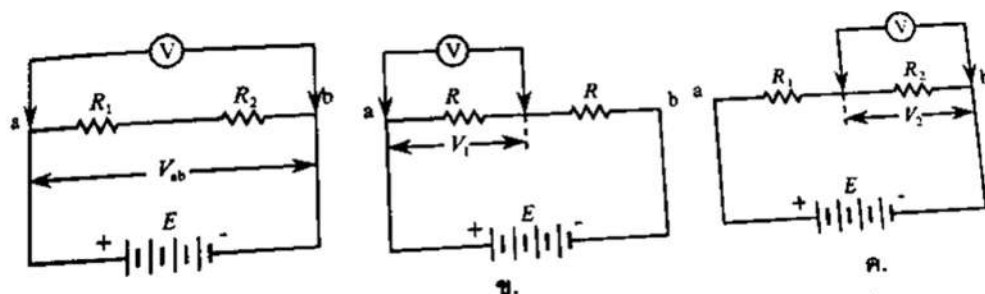


- นำตัวต้านทาน R_1 และ R_2 มาต่อกันแบบขนาน แล้วต่อกับแอมมิเตอร์ และแบตเตอรี่
- วัดค่ากระแสไฟฟ้า I_1 I_2 และ I ที่ผ่านตำแหน่งใดๆ ในวงจร ดังรูป และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

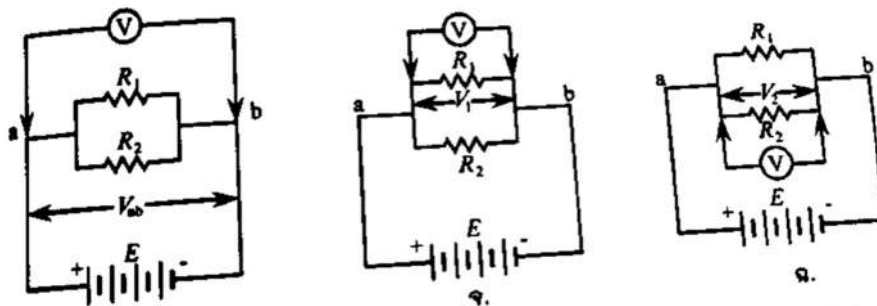


ตอนที่ 2

- นำตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ที่มีความต้านทาน 100 โอห์ม และ 200 โอห์ม ตามลำดับ มาต่ออนุกรม แล้วต่อกับโวลต์มิเตอร์ และแบตเตอรี่
- วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า V_1 V_2 และ V ที่ผ่านตำแหน่งใดๆ ในวงจร ดังรูป และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน



3. นำตัวต้านทาน R_1 และ R_2 มาต่อกันแบบขนาน แล้วต่อกับโวลต์มิเตอร์ และแบตเตอรี่
4. วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า V_1 V_2 และ V ที่ผ่านตำแหน่งใดๆ ในวงจร ดังรูป และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน



2. ขั้นสังเกต (Observe) 50 นาที

- 2.1 นักเรียนทำการทดลองที่ 14.3 กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานที่ต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน ตามแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
- 2.2 บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องการต่อตัวต้านทาน

3. ขั้นอธิบาย (Explain) 40 นาที

- 3.1 นักเรียนอภิปรายกันเกี่ยวกับสิ่งที่ทดลองได้ เพื่อสรุปและเขียนคำอธิบายจากสิ่งที่ทดลองได้นั้น เป็นการวิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า
 - 3.2.1 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานทุกตัวเท่ากัน และเท่ากับกระแสไฟฟ้าในวงจร

$$I = I_1 = I_2$$

- 3.2.2 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม ความต่างศักย์ที่ปลายสองข้างของชุดตัวต้านทาน จะเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองข้างของตัวต้านทานทุกตัว

$$V = V_1 + V_2$$

- 3.2.3 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน ผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานทุกตัว จะเท่ากับกระแสไฟฟ้าในวงจร

$$I = I_1 + I_2$$

3.2.4 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองข้างของตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากัน

$$V = V_1 = V_2$$

3.2.5 ความต้านทานสมมูลของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม n ตัว

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

3.2.6 ความต้านทานสมมูลของการต่อตัวต้านทานแบบขนาน n ตัว

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

3.2.7 ความต้านทานรวม หรือความต้านทานสมมูลของตัวต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมจะมีค่ามากกว่าความต้านทานสมมูลของตัวต้านทานที่ต่อกันแบบขนาน ดังนั้นวงจรที่ต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมจะมีกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าวงจรที่ต่อตัวต้านทานแบบขนาน

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการต่อตัวต้านทาน (การแบ่งศักย์และการแบ่งกระแส)

- ตัวแบ่งศักย์ เป็นตัวต้านทานคงตัวหรือตัวต้านทานแปรค่าที่นำมาต่อในวงจรไฟฟ้า เพื่อแบ่งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้ได้ตามที่ต้องการ
- ในวงจรขนาน กระแสไฟฟ้าในวงจรจะถูกแบ่งผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว ตัวต้านทานที่ทำหน้าที่นี้เรียกว่า ตัวแบ่งกระแส

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. Power point นำเสนอ
3. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน
4. หนังสือในห้องสมุด
5. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ได้แก่

- <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/reflection.htm>
- <http://www.mmv.ac.th/supphapong/sci%20817.htm>
- http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76248
- <http://www.ebooksalamai.com/electronic/circuit/circuit1.htm>

7. การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถามรายบุคคล/ รายกลุ่ม - การทำแบบทดสอบ/ แบบฝึกหัด	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม -แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE - ใบงาน/แบบฝึกหัด
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-การอภิปรายและนำเสนอความรู้ที่ได้รายบุคคล/ รายกลุ่ม - ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - แบบบันทึกใบงานกิจกรรม POE
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	- ความซื่อสัตย์ - การกระตือรือร้นในการเรียน - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - การมีวินัย - ความรับผิดชอบ	- แบบบันทึกพฤติกรรม - การส่งงาน

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ใบกิจกรรม

คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

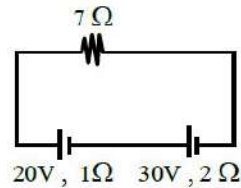
แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
 ใบบนรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ใบงานที่ 3_6 เรื่อง การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่
 กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
 ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

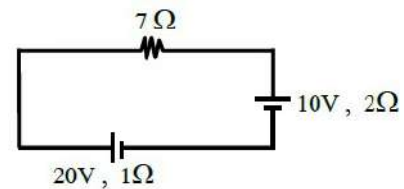
1. จากรูปจงหากระแสที่ไหลในวงจร

1. 2 A 2. 3 A
 3. 4 A 4. 5 A



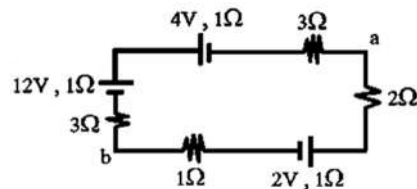
2. จากวงจรที่แสดงตามรูป จงหากระแสในวงจร

1. 0.25 A 2. 0.50 A
 3. 1.00 A 4. 1.50 A



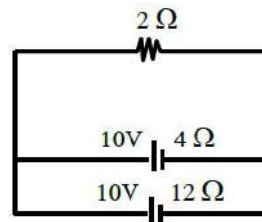
3. (แนว En) พิจารณาวงจรไฟฟ้างดังรูป
 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

1. 0.25 A 2. 0.50 A
 3. 0.75 A 4. 1.00 A



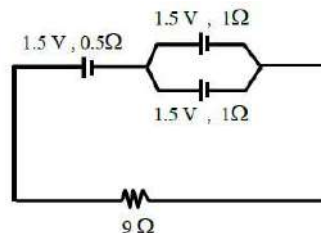
4. พิจารณาวงจรไฟฟ้างดังรูป จงหากระแส
 ไฟฟ้าที่ผ่านความต้านทาน 2 ohm

1. 2 A 2. 3 A
 3. 4 A 4. 5 A



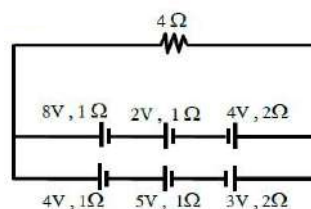
5. กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจรดังรูป
 มีค่ากี่แอมแปร์

1. 0.25 2. 0.30
 3. 0.45 4. 0.50



6. จงหา I ที่ผ่านความต้านทาน 4 ohm จากรูป

1. 1 A 2. 2 A
 3. 3 A 4. 4 A



โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบกิจกรรมรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบกิจกรรมที่ 3_6 เรื่อง วงจรการต่อตัวต้านทาน

กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3_7

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และ

จำนวน 2 ชั่วโมง

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

ผู้สอน

1. ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์และหาปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

2. สาระสำคัญ

เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบอนุกรม จะทำให้ได้แรงดันมากขึ้น ถ้าหากว่าแรงดันของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์มีทิศทางเดียวกัน ส่วนความต้านทานภายในของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ เมื่อนำมารวมกันจะมีค่าเท่ากับความต้านทานภายในของวงจร เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบขนาน จะทำให้ได้แรงดันลดลง ส่วนความต้านทานภายในของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ เมื่อนำมารวมกันจะมีค่าเท่ากับความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ 1 ตัว ทารด้วยจำนวนแฉวที่ต่อขนานกัน เมื่อมีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามามีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพียงแฉวเดียว ส่วนความต้านทานต้องคิดแบบผสม

ความรู้เกี่ยวกับกฎของโอห์ม การต่อตัวต้านทานและการต่อแบตเตอรี่ พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสามารถนำไปแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลเมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้ (K)
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและคำนวณหาค่าคำตอบของปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายได้ (P)
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

แบตเตอรี่ที่ต่อในวงจรไฟฟ้ามี 3 แบบ คือ การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม การต่อตัวต้านทานแบบขนาน และการต่อตัวต้านทานแบบผสม ดังนี้

การต่อแบบอนุกรม

ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม ให้พิจารณาทิศทางการต่อแต่ละเซลล์ ส่วนความต้านทานภายในเซลล์ให้หาแบบอนุกรมตามปกติไม่ว่าจะเซลล์ ไฟฟ้าให้มีทิศทางการไหลอย่างไรก็ตาม

$$\Sigma E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

$$\Sigma r = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

ในกรณีที่ทุกเซลล์มีแรงเคลื่อนและความต้านทานภายในเท่ากัน

$$\begin{aligned}\Sigma E &= XE \quad \text{เมื่อ } X \text{ คือจำนวนเซลล์ที่ต่อกันแบบอนุกรม} \\ \Sigma r &= Xr\end{aligned}$$

การต่อแบบขนาน

กรณีที่ทุกเซลล์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเท่ากัน ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในรวมหาได้จาก

$$\begin{aligned}\Sigma E &= E \quad (\text{คิดเพียงแถวเดียว}) \\ \Sigma r &= r / Y \quad \text{เมื่อต่อกันแบบขนาน } Y \text{ แถว}\end{aligned}$$

การต่อแบบผสม

เมื่อมีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม โดยให้มีลักษณะ y แถวๆ ละ x เซลล์ จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามามีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพียงแถวเดียว ส่วนความต้านทานต้องคิดแบบผสมจาก x เซลล์ y แถวดังนี้

$$\Sigma E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_x = XE$$

$$\frac{1}{\Sigma r} = \frac{1}{xr} + \frac{1}{xr} + \frac{1}{xr} + \dots = \frac{Y}{xr}$$

$$\text{หรือ } \Sigma r = Xr / Y$$

ความรู้เกี่ยวกับกฎของโอห์ม การต่อตัวต้านทานและการต่อแบตเตอรี่ พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสามารถนำไปแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 15 นาที

- 1.1 ทบทวนวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม
- 1.2 ครูถามนักเรียนว่า “หากต้องการต่อแบตเตอรี่ให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสมมูลเพิ่มมากขึ้น นักเรียนคิดว่าควรต่อแบบใด เพราะเหตุใด” (ต่อแบบอนุกรม เพราะค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมจะมีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละเซลล์รวมกัน)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 20 นาที

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำงานกลุ่ม
- 2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูล เรื่อง การต่อแบตเตอรี่ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) หน้า 109 – 112 และสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 3_7 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

3. ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป(explanation) 20 นาที

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้เกี่ยวกับการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม
- 3.2 ครูยกตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3_7 เรื่องการต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

ชั่วโมงที่ 2

4. ขั้นขยายความรู้(elaboration) 30 นาที

- 4.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3_7 เรื่องการต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น ตอนที่ 1
- 4.2 ครูเดินดูนักเรียนทำ พร้อมให้คำปรึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องครบถ้วน
- 4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น ตามหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.) หน้า 112 – 114

5. ขั้นประเมิน(evaluation) 25 นาที

- 5.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3_7 เรื่องการต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น ตอนที่ 2
- 5.2 ครูเดินดูนักเรียนทำ พร้อมให้คำปรึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องครบถ้วน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 (สสวท.)
2. ใบงานที่ 3_7 เรื่องการต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
3. หนังสือในห้องสมุด
4. เว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น ได้แก่
 - <http://www.carbatt.com/index.php?lay=show&ac=article&id=370062>
 - <http://www.vcharkarn.com/lesson/1352>
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76248
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76249
 - http://weerajit15.blogspot.com/p/blog-page_09.html

7. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	-ตรวจใบงานที่ 3_7 เรื่อง การต่อ แบตเตอรี่และการ วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กระแสตรงเบื้องต้น	-ใบงานที่ 3_7 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และ การวิเคราะห์ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เบื้องต้น	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	-ตรวจใบงานที่ 3_7 เรื่อง การต่อ แบตเตอรี่และการ วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กระแสตรงเบื้องต้น	-ใบงานที่ 3_7 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และ การวิเคราะห์ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เบื้องต้น	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	ตรวจแบบบันทึก พฤติกรรม	แบบบันทึกพฤติกรรม	- ผลงานถูกต้อง 70 % ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลงาน

การตรวจผลงาน

ตอนที่ 1 คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

ตอนที่ 2 คะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

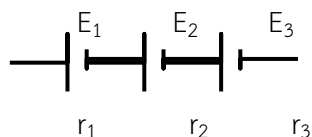
ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	ผลงานถูกต้องชัดเจน
2	ผลงานถูกต้อง
1	ผลงานคลาดเคลื่อน
50 % ขึ้นไป = ผ่าน	

แบบสังเกต คะแนนทั้งหมด 21 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
17-21	ระดับ 3
12-16	ระดับ 2
7-11	ระดับ 1
คะแนน 12 ขึ้นไป = ผ่าน	

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
 ใบความรู้รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ใบความรู้ที่ 3_7 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
 กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.
 ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

การต่อเซลล์แบบอนุกรม



ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม ให้พิจารณาทิศทางการต่อแต่ละเซลล์
 ส่วนความต้านทานภายในเซลล์ให้หาแบบอนุกรมตามปกติไม่ว่าจะเซลล์
 ไฟฟ้าให้มีทิศทางการไหลอย่างไรก็ตาม

$$\Sigma E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

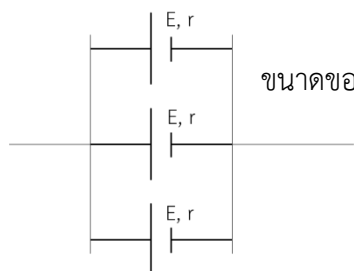
$$\Sigma r = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

ในกรณีที่ทุกเซลล์มีแรงเคลื่อนและความต้านทานภายในเท่ากัน

$$\Sigma E = XE \quad \text{เมื่อ } X \text{ คือจำนวนเซลล์ที่ต่อกันแบบอนุกรม}$$

$$\Sigma r = Xr$$

การต่อแบบขนาน



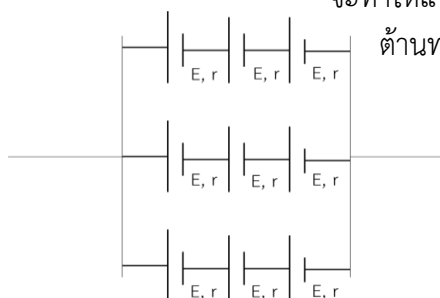
กรณีที่ทุกเซลล์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเท่ากัน
 ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในรวมหาได้จาก

$$\Sigma E = E \quad (\text{คิดเพียงแถวเดียว})$$

$$\Sigma r = r / Y \quad \text{เมื่อต่อกันแบบขนาน } Y \text{ แถว}$$

การต่อแบบผสม

เมื่อมีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม โดยให้มีลักษณะ y แถวๆ ละ x เซลล์
 จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมมีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพียงแถวเดียว ส่วนความ
 ต้านทานต้องคิดแบบผสมจาก x เซลล์ y แถวดังนี้



$$\Sigma E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_X = XE$$

$$\frac{1}{\Sigma r} = \frac{1}{xr} + \frac{1}{xr} + \frac{1}{xr} + \dots = \frac{Y}{xr}$$

หรือ

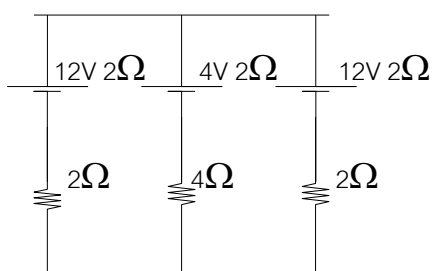
$$\Sigma r = Xr / Y$$

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ใบงานที่ 3_7 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตอนที่ 1

1. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2 V $1\ \Omega$ จำนวน 9 เซลล์ต่อผสมกันดังรูป จงหาว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์ไฟฟ้าแต่ละแถวมีค่ากี่แอมแปร์
2. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 4 V $1\ \Omega$ จำนวน 12 เซลล์ ต่อแบบผสม 2 แถวๆละ 6 เซลล์ ต้องนำไปต่อกับความต้านทานที่โอห์ม จึงจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร 3 แอมแปร์
3. นักเรียนคนหนึ่งนำแบตเตอรี่ 2 ตัวซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 6 V และ 8 V มาต่อเรียงกันแล้ว ต่อกับความต้านทาน $48\ \Omega$ ในตอนแรก นักเรียนต่อแบตเตอรี่ผิด(นำขั้วลบต่อกับขั้วลบหรือขั้วบวกต่อกับขั้วบวก) ปรากฏว่ามีกระแสในวงจรแค่เพียง 0.04 แอมแปร์ ถ้านักเรียนต่อแบตเตอรี่ใหม่ให้ถูกต้อง(นำขั้วบวกต่อกับขั้วลบ) จะมีกระแสในวงจรกี่แอมแปร์
4. แบตเตอรี่ตัวหนึ่งเมื่อต่ออนุกรมกับความต้านทาน $R = 148\ \Omega$ ปรากฏว่ามีกระแสในวงจร 0.05 A แต่เมื่อเพิ่มความต้านทานเป็น $248\ \Omega$ จะมีกระแสเพียง 0.03 A แบตเตอรี่ตัวนี้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้ากี่โวลต์
5. จากภาพวงจรที่กำหนดให้ จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน $4\ \Omega$



โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
 ใบบนรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ใบบนที่ 3_7 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
 กำหนดส่ง วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.

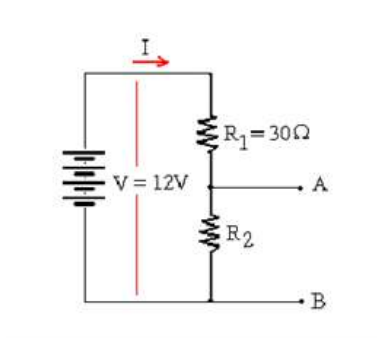
ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. / เลขที่.....

ตอนที่ 2

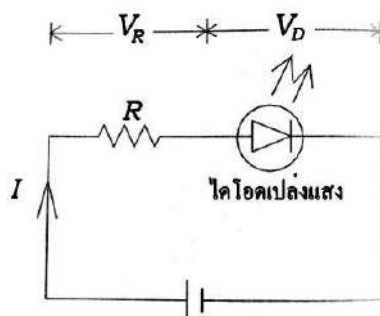
1. จากวงจรไฟฟ้าดังรูป จงหา

ก. ความต่างศักย์ระหว่างจุด A และ B ($R_2 = 60$ โอห์ม)

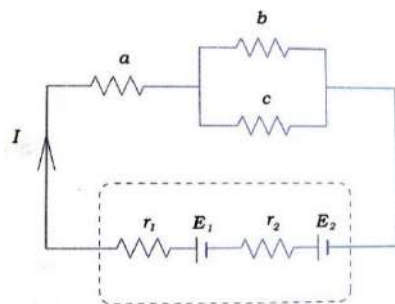
ข. ถ้าต่อตัวต้านทานระหว่างจุด A และ B เพิ่มอีก 20 โอห์ม จะมีความต่างศักย์ระหว่างจุด A และ B เป็นเท่าใด



2. ไดโอดเปล่งแสงตัวหนึ่งจะเปล่งแสงเมื่อมีกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมป์ ผ่านขณะต่อไปแอสตรง และความต่างศักย์ระหว่างขั้ว 1.7 โวลต์ ถ้านำไดโอดตัวนี้ไปต่อกับแบตเตอรี่ 6 โวลต์ ที่มีความต้านทานภายในน้อยมาก จะต้องทำตัวต้านทานค่าเท่าใด มาต่ออย่างไรกับวงจร เพื่อไม่ให้ไดโอดเสียหาย

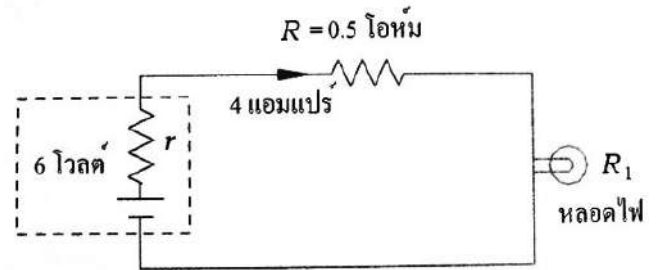


3. จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน a b และ c ในวงจรไฟฟ้า ดังรูป



4. วงจรไฟฟ้าดังรูป มีกระแสไฟฟ้า 4 แอมแปร์ ผ่านตัวต้านทาน ถ้าไม่คิดความต้านทานภายใน แบตเตอรี่ จงหา

- ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟ
- ข. ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทาน
- ค. ความต้านทานของหลอดไฟ
- ง. พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปใน 10 วินาที
- จ. กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในตัวต้านทาน



5. วงจรดังรูป จงหาความต่างศักย์ระหว่างจุด a และ b ก. เมื่อไม่มีตัวต้านทาน ข. เมื่อมีตัวต้านทาน 2 กิโลโอห์ม ค. เมื่อมีตัวต้านทาน 1 เมกะโอห์ม

