

แผนการสอนที่ 7

วิชา ฟิสิกส์ 2 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า

คาบที่ 7

สาระสำคัญ

ตัวนำที่ทำหน้าที่เก็บประจุเพื่อนำประจุไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ และความสามารถในการเก็บประจุก็คือความจุของตัวนำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อแล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของตัวเก็บประจุ และความจุได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความจุของตัวเก็บประจุแบบตัวนำรูปทรงกลมกับ

รัศมีของทรงกลมได้

3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความจุของตัวเก็บประจุของแผ่นตัวนำขนานกับ ประจุของตัวเก็บประจุกับความต่างศักย์ที่ต่อเข้ากับขั้วของตัวเก็บประจุ

4. บอกได้ว่าพื้นที่ได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ต่อเข้ากับขั้วของตัวเก็บประจุ กับประจุของตัวเก็บประจุ คือ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

5. บอกความสัมพันธ์ของความจุรวม กับความจุของตัวเก็บประจุแต่ละตัวเมื่อนำ มาต่อแบบอนุกรม และแบบขนาน และหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

เนื้อหา

ความจุไฟฟ้า เป็นความสามารถของวัตถุในการที่จะรับประจุไฟฟ้า พิจารณาสมการศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลมรัศมี a คือ $V = KQ/a$ จะเห็นได้ว่าสำหรับทรงกลม 2 อันที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ทรงกลมอันหนึ่งมีรัศมีมากย่อมรับประจุ (Q) ได้มากกว่าทรงกลมที่มีรัศมีน้อยกว่า จึงกล่าวได้ว่า ทรงกลมอันใหญ่มีค่าความจุสูงกว่าทรงกลมอันเล็ก

ความสามารถในการเก็บประจุนอกจากจะพิจารณาที่ขนาดของวัตถุดังกล่าวมาแล้วยังสามารถพิจารณาจากค่า อัตราส่วนของประจุต่อศักย์ไฟฟ้าได้อีก เมื่อให้ C เป็นค่าความจุ

$$\text{จึงได้ว่า } C = Q/V$$

ตามสมการนี้ค่าความจุมีหน่วยเป็น คูลอมน์/โวลต์ เรียกว่า ฟารัด (F) ในทางปฏิบัติ ฟารัด เป็นหน่วยที่ใหญ่มาก ไม่ค่อยพบ ส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ ไมโครฟารัด หรือ พิโกฟารัดนั้น คูเปอร์ณ์ทางไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาใช้สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าโดยเฉพาะเรียกว่า ตัวเก็บประจุ (Capacitor หรือ Condenser)

สำหรับตัวนำทรงกลมที่มีรัศมี a เมื่อแทนค่า V ได้ว่า $C = a/K$ เมื่อ K เป็นค่าคงที่ความจุไฟฟ้าแปรผันโดยตรงกับรัศมีของทรงกลมนั้นเอง

เช่น ทรงกลมตัวนำอันหนึ่งมีศักย์ไฟฟ้า 300 โวลต์ เมื่อรับประจุ 60 ไมโคร
คูลอมบ์ ทรงกลมนี้จะมีค่าความจุ

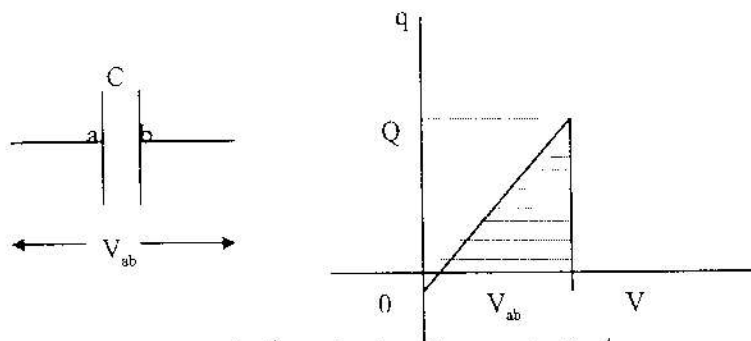
$$\text{จาก } C = Q/V = 60 \times 10^{-6} / 300$$

$$\text{ฉะนั้น } C = 0.2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$\text{หรือ } C = 0.2 \text{ ไมโครฟารัด}$$

พลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุ

เมื่อเราให้ประจุไฟฟ้าแก่ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นย่อมขึ้นอยู่กับ
จำนวนประจุไฟฟ้าขณะนั้น โดยการเพิ่มประจุเป็นไปตามกราฟ



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประจุกับความต่างศักย์

ประจุไฟฟ้าจะเริ่มจากศูนย์แล้วมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความต่างศักย์ของเครื่องเก็บประจุเพิ่มขึ้น

โดย

$$V_{ab} = q/C$$

ดังนั้นเมื่อ $q = 0$ แล้ว $V_{ab} = 0$ และเมื่อ $q = Q$ แล้ว $V_{ab} = V = Q/C$

จะเห็นว่าความต่างศักย์เพิ่มจาก 0 ถึง Q/C

ค่าความต่างศักย์เฉลี่ยจะมีค่า $(0 + Q/C) / 2 = Q/2C$

พลังงานสะสมในเครื่องเก็บประจุคืองานในการเคลื่อนประจุในช่วง a-b

ซึ่งมีความต่างศักย์ V

จาก $W = qV$ เฉลี่ย และให้ $W = \bigcirc$ = พลังงานสะสม

$$\bigcirc = Q(Q/2C) = Q^2/2C = QV/2 = CV^2/2$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ในหัวข้อนี้ต้องการให้นักเรียนทราบว่ามีส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งคือตัวเก็บ
ประจุ ซึ่งมีการออกแบบลักษณะต่าง ๆ กัน ดังรูป 11.39 ก. ในหนังสือเรียน ครูอาจนำตัวเก็บประจุที่
เป็นของจริงเป็นตัวอย่างได้ หรือแนะนำให้นักเรียนสังเกตตัวเก็บประจุที่นำไปใช้งานจากอุปกรณ์

ไฟฟ้าบางอย่างจากของจริง เช่น ในเครื่องรับวิทยุ เป็นต้น ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุนั้น แสดงได้ดังรูป 11.39 ข. ในหนังสือเรียน

ขั้นตอน

1. ครูอภิปรายเกี่ยวกับตัวเก็บประจุที่เป็นตัวนำทรงกลม ตามรายละเอียดในบทเรียน ซึ่งสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

1.1 ถ้าตัวนำทรงกลมรัศมี a เก็บประจุ Q ศักย์ไฟฟ้า V ที่ผิวและภายในตัวนำทรงกลมเท่ากับ KQ/a

1.2 ตัวนำทรงกลม 2 อัน รัศมี a_1 และ a_2 เก็บประจุ Q เท่ากัน มีศักย์ไฟฟ้า V_1 และ V_2 ตามลำดับ ถ้า $a_2 > a_1$ จะได้ $V_1 > V_2$ แต่ถ้าทำให้ตัวนำทรงกลมทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันเท่ากับ V เก็บประจุได้ Q_1, Q_2 ตามลำดับ $Q_2 > Q_1$

1.3 อัตราส่วนของปริมาณประจุ (Q) กับศักย์ไฟฟ้า (V) เรียกว่า ความจุ (C)

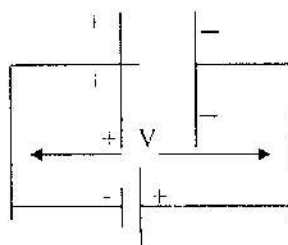
ดังนั้นจะได้ $C = Q/V$ หน่วยของ C เรียกว่า คูลอมป์/โวลต์ หรือ ฟารัด (F) โดยทั่วไปในทางปฏิบัติตัวเก็บประจุจะมีความจุน้อยมาก ดังนั้นจึงนิยมใช้หน่วยเป็นไมโครฟารัด (μF) หรือ พิโกฟารัด (pF)

1.4 ค่าความจุของตัวเก็บประจุรูปทรงหนึ่ง ๆ มีค่าคงที่สำหรับตัวเก็บประจุที่เป็นตัวนำทรงกลมนั้น ความจุ (C) เท่ากับ a/K

เมื่อ a เป็นรัศมีทรงกลม และ K เป็นค่าคงที่

2. ครูชี้ให้เห็นว่าจากความรู้ข้อ 4 นั้น ทำให้ทราบว่าตัวนำทรงกลมขนาดใหญ่มีความจุมากกว่าตัวนำทรงกลมขนาดเล็ก สำหรับโลกถือว่าเป็นทรงกลมขนาดใหญ่มีความจุมาก ในการทดลองทางไฟฟ้าบางอย่าง หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทมีการต่อสายดินนั่นคือ โลกมีการรับประจุหรือสูญเสียประจุไป ศักย์ไฟฟ้าของโลกเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ยังถือว่าโลกเป็นกลางทางไฟฟ้า คือ มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

3. ให้ความรู้ต่อไปเกี่ยวกับตัวเก็บประจุบนแผ่นตัวนำขนานว่าส่วนประกอบภายในจะเป็นแผ่นตัวนำขนานวางแยกกันมีฉนวนกั้นกลาง ทำหน้าที่เก็บประจุ โดยตัวเก็บประจุต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ดังรูป



กรุณาว่า ประจุที่เก็บไว้บนแผ่นตัวนำแต่ละแผ่น เป็นประจุต่างชนิดกัน มีค่าเท่ากัน ไม่คิดเครื่องหมายดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุ 50 ไมโครฟารัด ต่อกับความต่างศักย์ 12 โวลต์ จงหาประจุบนตัวเก็บประจุนี้

วิธีทำ หาประจุบนตัวเก็บประจุจาก

$$Q = CV$$

$$Q = (50 \mu\text{F})(12 \text{ V})$$

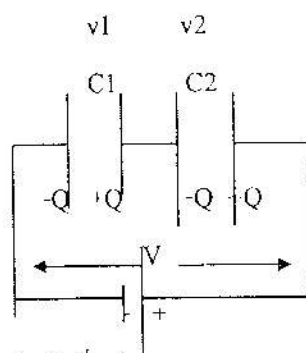
$$Q = (50 \times 10^{-6} \text{ F})(12 \text{ V})$$

$$Q = 600 \times 10^{-6} \text{ C}$$

ตอบ ประจุบนตัวเก็บประจุมีค่า 600 ไมโครคูลอมบ์

4. กรุณาให้ความรู้และอธิบายเกี่ยวกับการนำตัวเก็บประจุตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปมาต่อกันเพื่อนำไปใช้งานตามรายละเอียดในบทเรียน พร้อมทั้งเขียนภาพประกอบดังนี้

1. การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

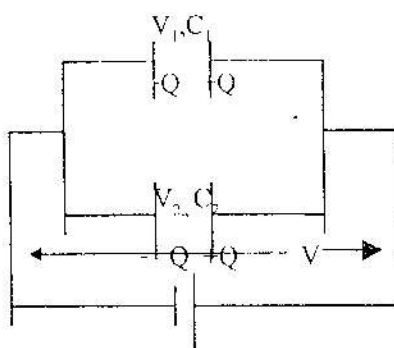


การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

จะได้ $V = V_1 + V_2$ และ $Q_1 = Q_2 = Q$

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

2. การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน ดังรูป



การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน

$$\text{จะได้ } V = V_1 = V_2$$

$$\text{แต่ } Q = Q_1 + Q_2 \text{ หรือ } CV = C_1V_1 + C_2V_2$$

$$\text{จะได้ } C = C_1 + C_2$$

5. ครูให้ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุ 50 ไมโครฟารัด จงหาประจุและความต่างศักย์ระหว่างแผ่นของตัวเก็บประจุ เมื่อพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุเท่ากับ 1 จูล

วิธีทำ หาประจุในตัวเก็บประจุ จาก

$$U = Q^2/2C$$

$$\text{จะได้ } 1 = Q^2/2(50 \times 10^{-6})$$

$$Q^2 = 1 \times 10^{-4}$$

$$\text{ฉะนั้นประจุในตัวเก็บประจุ } Q = 1 \times 10^{-2} \text{ C}$$

ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นของตัวเก็บประจุ V

$$\text{จาก } V = Q/C$$

$$V = 1 \times 10^{-2} / 50 \times 10^{-6} = 200 \text{ V}$$

ตอบ ประจุในตัวเก็บประจุมีค่า 10 มิลลิคูลอมบ์ และความต่างศักย์ระหว่างแผ่นของตัวเก็บประจุมีค่า 200 โวลต์

6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตามโจทย์ในหนังสือเรียนและโจทย์ที่ครูกำหนดให้

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บประจุของตัวเก็บประจุทั่ว ๆ ไปจนได้ข้อสรุปดังนี้

1. ตัวเก็บประจุเมื่อเริ่มเก็บประจุ จนทำให้มีปริมาณประจุ Q ความต่างศักย์ที่ต่อกับหัวของตัวเก็บประจุ V ถ้า Q และ V ที่ตัวเก็บประจุมีการเปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ V แสดงได้จากเส้นกราฟ ซึ่งเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ดังรูป 11.40 ในหนังสือเรียน

2. พื้นที่ใต้กราฟดังกล่าวมีค่าเท่ากับพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

3. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุเท่ากับ $QV/2$ หรือ เท่ากับ $CV^2/2$

หรือเท่ากับ $Q^2/2C$

สื่อการเรียนการสอน

- ตัวเก็บประจุ หรือ Condencer
- ภาพหลักการของตัวเก็บประจุ
- แผนภาพกราฟแสดงการหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

การวัดและประเมินผล

- ให้ตอบคำถาม
- ให้ทำแบบฝึกหัด
- ตรวจผลงาน

แผนการสอนที่ 8

วิชา ฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

คาบที่ 8

สาระสำคัญ

ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ในการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์บางอย่าง ซึ่งในหัวข้อนี้อีกตัวอย่างเครื่องใช้ที่นักเรียนพอจะรู้จักมาประกอบ 4 ประเภทเท่านั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อนี้ นักเรียนจะสามารถ

ยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภทได้

เนื้อหา

1. เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ
2. เครื่องพ่นสี
3. เครื่องถ่ายภาพนิวมีอ
4. เครื่องถ่ายภาพเอกสาร

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและบอกชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาศัยหลักการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปใช้ในการสร้างเครื่องใช้เหล่านั้น

ขั้นสอน

ครูให้ความรู้ตามรายละเอียดในบทเรียน และครูแนะนำเครื่องใช้ที่มีหลักการการทำงานโดยใช้ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตที่นอกเหนือจากหนังสือนี้เพิ่มเติม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ครูยังให้นักเรียนตระหนักว่า การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำกัดอยู่เฉพาะในชั้นเรียน ควรศึกษาดูตามจากหนังสืออื่น ๆ เพราะพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ก้าวไปข้างหน้าตลอดเวลา และหลังจากนั้นครูให้นักเรียนเขียนรายงานหลักการการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าตามหัวข้อในเนื้อเรื่อง

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปหลักการของเครื่องใช้ที่นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิต จนได้ข้อสรุปว่าอุปกรณ์เครื่องใช้เหล่านั้นจะอาศัยหลักการแตกตัวของสารต่าง ๆ ให้เป็นประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบแล้วเคลื่อนที่เข้าเกาะตามขั้วต่าง ๆ ตามความมุ่งหมายของเครื่องใช้ต่างๆ เหล่านั้น

สื่อการเรียนการสอน

- อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่อาศัยหลักการเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต
- แผ่นภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้หลักของไฟฟ้าสถิต

การวัดและประเมินผล

สังเกตความสนใจและตรวจผลงานการเขียนรายงานของหลักการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้หลักของไฟฟ้าสถิต

แผนการสอน ที่ 9

วิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คาบ 9

เรื่อง กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบหัวข้อนี้ นักเรียนสามารถ อธิบายกระแสไฟฟ้าและ กฎของโอห์มได้

1. บอกได้ว่า ประจุไฟฟ้าสามารถถ่ายเทผ่านเส้นลวดโลหะได้
2. บอกได้ว่า กระแสไฟฟ้า คือ การถ่ายเทประจุไฟฟ้าในตัวนำ
3. บอกได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำคือความต่างศักย์ไฟฟ้า
4. บอกได้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ หาได้จากปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวนำนั้น ๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา
5. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะ และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้ เป็นไปตามกฎของโอห์ม
6. บอกความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วลอยเลื่อน และภาคตัดขวางของตัวนำขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
7. อธิบายกฎของโอห์ม และความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าในตัวนำโลหะได้

สาระสำคัญ กระแสไฟฟ้าเกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำใด

คือการถ่ายเทประจุไฟฟ้าหรือการเคลื่อนที่ประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำใด ๆ อัน เนื่องมาจากที่ปลายทั้งสองของตัวนำมีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน หรือกระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ เท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวนำนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$I = Q/t$$

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์

Q คือ ปริมาณประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์

t คือ เวลา มีหน่วยเป็นวินาที

กฎของโอห์ม “สำหรับตัวนำโลหะ เมื่ออุณหภูมิคงที่ อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ กับกระแสไฟฟ้าของตัวนำอันหนึ่งย่อมมีค่าคงที่เสมอ”

เมื่อ ให้ I - กระแสไฟฟ้า (A)

V = ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ (Volt)

$$V/I = R \quad \text{หรือ} \quad V = IR$$

ทักษะกระบวนการ คืออย่างมีวิจารณญาณ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนถึงการใช้โอห์มมิเตอร์สโคปแผ่นโลหะ เกรงจะสอว่าวัตถุใดมีประจุไฟฟ้าและการทำให้โอห์มมิเตอร์สโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ จากบทที่ 11

2. ครูยกสถานการณ์ตามรายละเอียดในบทเรียน โดยครูเน้นให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะของโอห์มมิเตอร์สโคปทั้งสองเครื่อง ก่อนที่จะนำลวดโลหะเส้นหนึ่งวางทาบระหว่างจานโลหะของโอห์มมิเตอร์สโคปทั้งสองและภายหลังเมื่อวางลวดโลหะแล้ว

3. ครูให้นักเรียนอภิปรายผลของสถานการณ์ตามแนวคำถามในหนังสือเรียน จนสรุปได้ดังนี้

3.1 มีการถ่ายเทประจุไฟฟ้าหรือการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านโลหะจึงเรียกว่ามีกระแสไฟฟ้าในลวดโลหะ

3.2 การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าหรือการเกิดกระแสไฟฟ้าในลวดโลหะมีสาเหตุมาจากการที่ปลายทั้งสองของลวดโลหะมีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน

4. นำเข้าสู่กฎของโอห์ม ทบทวนว่า กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะต่าง ๆ จะเกิดขึ้นเพราะอะไรทั้งสองของตัวนำนั้นมีความต่างศักย์ไฟฟ้า และตั้งคำถามแก่นักเรียนว่า ในตัวนำโลหะถ้าให้ปลายทั้งสองของตัวนำมีความต่างศักย์กัน กระแสที่เกิดขึ้นในตัวนำจะแตกต่างกัน เพื่อนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรมที่ 12.1 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

5. หลังการทำกิจกรรม ให้นักเรียนอภิปรายผลของการทำกิจกรรมจนได้ข้อสรุปว่า

5.1. กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) และความต่างศักย์ไฟฟ้า (V) เป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด นั่นคือ ความชันของกราฟมีค่าต่างกัน

5.2. จะได้ความชันของกราฟคือ I/V ดังนั้น $I/V = \text{ค่าคงตัว} (R)$

5.3. ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำ จะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ว่า

$$V/I = R \quad \text{เมื่อ } R \text{ คือค่าคงตัว ซึ่งคือค่าความต้านทานของตัวนำ}$$

6. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับกฎของโอห์ม ตามรายละเอียดในบทเรียน

7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

สื่อการเรียนรู้การสอน

-โอห์มมิเตอร์สโคป 2 เครื่อง

- ลวดโลหะยาวประมาณ 15 เซนติเมตร
- ผ้าสักหลาด และแผ่นพีวีซี
- กล่องด้านพร้อมถ่านไฟฉาย 10 ชุด
- แอมมิเตอร์ 10 ชุด
- โวลต์มิเตอร์ 10 ชุด
- ลวดนิโครม 10 เส้น
- สายไฟพร้อมหัวเสียบ 10 ชุด

กิจกรรมเสนอแนะ

- ครูควรแนะนำให้นักเรียน ไปทบทวนเรื่องความต่างศักย์ไฟฟ้าในเรื่องไฟฟ้าสถิต จากบทที่แล้วเพื่อจะได้ทราบว่ากระแสไฟฟ้าจะผ่านลวดตัวนำจากตำแหน่งที่มีศักย์สูงไปสู่ศักย์ต่ำกว่า ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

การประเมินผล - สังเกตความสนใจ ซักถาม ตรวจสอบ ทดสอบ

แผนการสอน ที่ 10

วิชาฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คาบที่ 10

เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้
2. บอกได้ว่าพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชนิดเปลี่ยนมาจากพลังงาน

รูปใด

3. บอกประโยชน์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชนิดได้
4. บอกได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าเคมีเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงาน

ไฟฟ้า

5. บอกได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าเคมีมี 2 ประเภท ได้แก่ เซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

6. บอกได้ว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
7. บอกองค์ประกอบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เรียกว่า คู่ความความร้อนได้
8. บอกได้ว่าคู่ความความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า
9. บอกได้ว่าเซลล์สุริยะเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
10. บอกได้ว่า ปริมาณไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์สุริยะจะขึ้นกับปริมาณของแสงที่ตกกระทบ
11. บอกได้ว่า สิ่งมีชีวิตบางชนิดทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดได้

สาระสำคัญ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีหลายชนิดดังนี้

- เซลล์ไฟฟ้าเคมี
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ ไดนาโม
- เซลล์สุริยะ
- คู่ความความร้อน
- แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากสิ่งมีชีวิต

ทักษะกระบวนการ สร้างความตระหนัก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครุณาเข้าสู่หัวข้อนี้ โดยทบทวนเกี่ยวกับการเกิดกระแสไฟฟ้าในหัวข้อที่ผ่านมา และชี้ให้เห็นว่า กระแสไฟฟ้าจากสถานการณ์ดังกล่าวนี้เป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดในช่วงเวลาสั้น ๆ ทั้งนี้เพราะที่ปลาย โลหะเกิดความต่างศักย์ในเวลาสั้นๆ ถ้าต้องการให้มีกระแสไฟฟ้าในลวดโลหะอย่างต่อเนื่องจะต้องทำให้ลวดโลหะมีความต่างศักย์ตลอดเวลา

2. ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า แหล่งที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า เรียกว่า แหล่งกำเนิดไฟฟ้าซึ่งได้แก่ แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอื่นๆ

3. ครุณาเข้าสู่เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยให้ความรู้ตามรายละเอียดในบทเรียนและเน้นให้นักเรียนทราบ ข้อแตกต่างของเซลล์ไฟฟ้าชนิดปฐมภูมิ และทุติยภูมิ เซลล์ไฟฟ้าปฐมภูมินั้นเป็นเซลล์ที่สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ทันที และเมื่อใช้เซลล์ไฟฟ้าจนไม่มีกระแสในวงจรก็ไม่สามารถนำมาใช้ได้ อีก ส่วนเซลล์ไฟฟ้า ทุติยภูมิเมื่อใช้ไประยะหนึ่งสามารถทำให้ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์เพิ่มขึ้นดังเดิม โดยวิธีการที่เรียกว่า การอัดไฟ หรือประจุไฟ และครูชี้ให้เห็นว่าเซลล์ไฟฟ้าในปัจจุบันมีรูปร่างและขนาดต่างๆ และครู ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้และบำรุงรักษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี

4. นำเข้าสู่เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และบอกให้นักเรียนทราบว่ารายละเอียดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นนักเรียนจะได้ศึกษาในบทต่อไป

5. นำเข้าสู่ความรู้ความร้อนโดยชี้ให้นักเรียนเห็นว่า นอกจากพลังงานเคมี พลังงานกลแล้ว ยังมีพลังงานรูปอื่นๆ อีกที่ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า และครูให้ความรู้เกี่ยวกับการได้พลังงานไฟฟ้ามาจากแหล่งกำเนิดที่เรียกว่า กลุ่มความร้อน ตามรายละเอียดในบทเรียน ซึ่งสรุปสาระดังนี้

5.1 พลังงานความร้อนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้

5.2 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกลุ่มความร้อนจะขึ้นกับผลต่างของอุณหภูมิที่รอยต่อระหว่าง โลหะสองชนิด

5.3 กระแสไฟฟ้าที่ได้จากกลุ่มความร้อนนี้มีปริมาณน้อยมาก ไม่เพียงพอที่จะ นำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง แต่ได้นำหลักการมาใช้สร้างเป็นเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิสูงๆ โดยเฉพาะในงานที่ เทอร์โมมิเตอร์ปรอทหรือแอลกอฮอล์ไม่สามารถวัดได้

6. นำเข้าสู่หัวข้อ เซลล์สุริยะ โดยครูทำการสาธิตโดยใช้เซลล์สุริยะรับแสงอาทิตย์ แล้วตรวจสอบว่า มี กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น โดยสังเกตจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านแอมมิเตอร์โดยให้ปริมาณของแสงที่ตกบน เซลล์สุริยะมีความเข้มแตกต่างกัน จากค่ากระแสไฟฟ้าที่สังเกตได้จากแอมมิเตอร์ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงที่ตกกระทบเซลล์

7.ต่อไปให้นักเรียนนำเซลล์สุริยะไปทดลองรับแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ที่มีความสว่างต่างกัน แล้วนำมาอภิปรายจนสรุปได้ว่า ถ้าแสงสว่างมีความสว่างมากพอ เซลล์สุริยะยังคงทำงานเช่นเดียวกับได้รับแสงอาทิตย์ ครูให้ความรู้ต่อไปว่า เซลล์สุริยะที่ใช้ในการสาธิตมีเพียงเซลล์เดียว ส่วนเซลล์สุริยะที่ใช้ในงานจริงๆ จะประกอบด้วยเซลล์เหล่านี้หลาย ๆ เซลล์ และครูชี้ให้เห็นว่าเซลล์สุริยะ สามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข และยัง สามารถใช้เซลล์สุริยะในการผลิตไฟฟ้าในชุมชนที่อยู่ห่างไกลได้

8.นำเข้าสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากสิ่งมีชีวิต โดยครูให้ความรู้ตามรายละเอียดตามบทเรียน ทำให้นักเรียนทราบว่า จากความรู้เกี่ยวกับความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด บนร่างกายมนุษย์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์เครื่องมือตรวจหัวใจที่เรียกว่า อิเล็กโทรคาร์ดิโอกราฟ

สื่อการเรียนการสอน

- ถ่านไฟฉายชนิดต่างๆ
- แบตเตอรี่
- เซลล์สุริยะ
- แอมมิเตอร์
- กระดาษสีดำขนาด 20x30 เซนติเมตร

กิจกรรมเสนอแนะ

ครูควรแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ทั้งสองแบบจากหนังสือเรียนเคมีหรือหนังสืออื่นๆ

การประเมินผล

- สังเกตความสนใจ
- สังเกตการทำงาน
- ชักถาม
- ทดสอบ ตรวจผลงาน

แผนการสอน 11

วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คาบที่ 11

เรื่อง สภาพต้านทานและการต่อความต้านทาน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของสภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน และภาคตัดขวางของตัวนำที่ โตสม่ำเสมอได้ และสามารถคำนวณหาปริมาณดังกล่าวจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. อธิบายได้ว่า ความต้านทานของโลหะบริสุทธิ์ โลหะผสม สารกึ่งตัวนำ และฉนวนจะ เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ
4. บอกความหมายสภาพนำยิ่งยวดได้
5. บอกประโยชน์บางประการ จากความรู้เกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทานได้
6. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับการต่อความต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้

สาระสำคัญ

ความต้านทานของตัวนำใดๆ จะแปรผันตรงกับความยาวของตัวนำและแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ

- ให้ R แทนความต้านทานของตัวนำ หน่วยเป็น โอห์ม
 - l แทนความยาวของตัวนำ หน่วยเป็น เมตร(m)
 - A เป็นพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ หน่วยเป็น ตารางเมตร(m^2)
- จะได้ว่า $R \propto l$

$$R \propto l/A$$

$$R = \rho l/A$$

เมื่อ ρ เป็นค่าคงที่ เรียกว่า "สภาพต้านทานของสาร"

- ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทาน

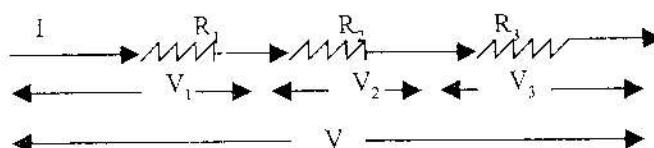
ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไปความต้านทานของตัวนำจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

การต่อต้านหมายถึงการนำตัวต้านทานหลาย ๆ ตัวมาต่อเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันเพื่อให้เกิดเหตุผลตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถต่อได้ 3 แบบ คือ

1. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากันและเท่ากับกระแสทั้งหมดในวงจร ความต่างศักย์ที่ปลายสองข้างของชุดตัวต้านทานที่ต่อกันจะเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองของตัวต้านทานแต่ละตัว

เช่น ถ้ามีความต้านทาน 3 ตัว คือ R_1 , R_2 และ R_3 มาต่อกันแบบอนุกรมลักษณะการต่อดังรูป



ผลที่ได้

1. กระแสไฟฟ้า ที่ผ่านความต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน เท่ากับกระแสที่ไหลในวงจร (I)

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

2. ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม (V) เท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ของความต้านทานแต่ละตัว นั่นคือ

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

3. จากกฎของโอห์ม $V = IR$

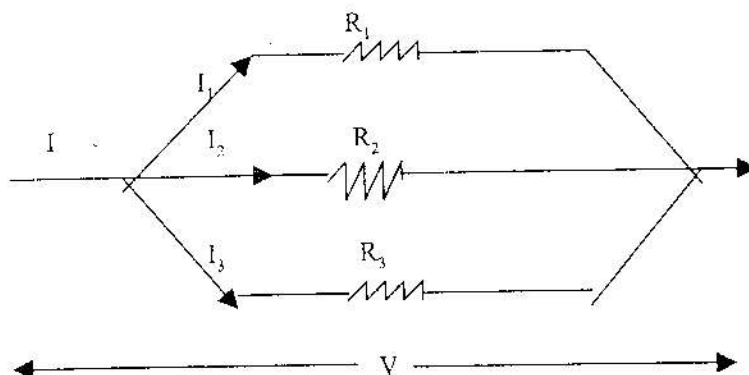
$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

จึงได้ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$ ถ้า n คือจำนวนตัวต้านทานที่นำมาต่อ

2. การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

สมมติว่านำความต้านทาน 3 ตัว คือ R_1 , R_2 และ R_3 มาต่อกันแบบ ขนาน มีลักษณะดังรูป

(รูปการต่อตัวต้านทานแบบขนาน)



ผลที่ได้

1. กระแสไฟฟ้ารวมจะเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวรวมกันคือ

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

2. ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมจะเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าของแต่ละตัวคือ

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

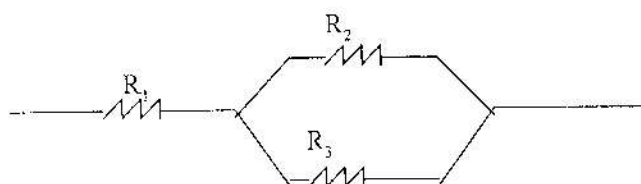
จากกฎของโอห์ม $V = IR$ หรือ $I = V/R$

$$V/R = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$$

$$\text{จะได้ } 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

3. การต่อตัวต้านทานแบบผสม

คือการนำเอาความต้านทานหลาย ๆ ตัวมาต่อกันทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานในวงจรเดียวกัน การหาความต้านทานรวมใช้หลักการของการต่อความต้านทานทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน ก็จะได้ความต้านทานรวมทั้งกลุ่ม



การหาความต้านทานรวม

- รวม R_2 และ R_3 นำความต้านทานที่ได้ มาต่ออนุกรมกับ R_1

ทักษะกระบวนการ สร้างความตระหนัก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1.ครูนำเข้าสู่บทเรียนนี้โดยการทบทวนความรู้เกี่ยวกับความต้านทานของลวดตัวนำที่นักเรียนเคยศึกษามาแล้วว่า ลวดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกันจะมีความต้านทานแตกต่างกันถ้าลวดตัวนำนั้นยาวไม่เท่ากัน หรือมีขนาดไม่เท่ากัน ต่อจากนั้นครูจึงให้ความรู้ตามรายละเอียดในหนังสือเรียกว่า ความต้านทานของตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดหนึ่งๆ จะแปรผันตรงกับความยาวของลวดตัวนำและแปรผกผันกับภาคตัดขวางของลวดตัวนำ หรือเขียนได้ว่า

$$R \propto l$$

$$\propto 1/A$$

$$R = \rho l/A$$

เมื่อ l คือ ความยาวของลวดตัวนำ

A คือ ภาคตัดขวางของลวดตัวนำ

ρ คือ ค่าคงที่

ครูให้ความรู้ต่อไปว่า ค่าคงที่ ρ ในสมการดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่เป็นลวดตัวนำนั้น ค่าคงที่นี้เรียกว่า สภาพต้านทาน จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาหน่วยของสภาพต้านทานตามรายละเอียดในบทเรียน แล้วจึงให้นักเรียนศึกษาค่าสภาพต้านทานของสารต่างๆในตาราง 12.3 ในหนังสือเรียน และศึกษาตัวอย่าง 12.2 เพื่อเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับการหาปริมาณต่างๆ จากความสัมพันธ์ $R = \rho l/A$ ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ตัวอย่าง 12.2 จะทำให้ทราบว่าลวดโลหะชนิดเดียวกันซึ่งยาวเท่ากัน ลวดเส้นเล็กกว่าจะมีความต้านทาน

มากกว่า

2. ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงค่าความต้านทาน สภาพต้านทาน ความนำไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้า รวมไปถึงสเตรนเกจ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงที่ทำให้วัตถุบิดหรืองอ ได้ข้อสรุปดังนี้

1) สภาพต้านทานของสารชนิดเดียวกันมีค่าเท่ากัน ความต้านทานของสารชนิด

เดียวกันแตกต่างกัน ขึ้นกับความยาว และภาคตัดขวางของสาร

2) ค่าความนำไฟฟ้า เป็นส่วนกลับของความต้านทาน มีหน่วยเป็น (โอห์ม)⁻¹

เรียกว่า ซีเมนส์ นั่นคือ ความต้านทานมีค่าน้อย ความนำไฟฟ้าจะมีค่ามาก

3) ค่าสภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทาน มีหน่วยเป็น ซีเมนส์/เมตร
นั่นคือค่าสภาพต้านทานมาก ค่าสภาพนำไฟฟ้าน้อย

4) สูตรแทนที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงที่ทำให้วัตถุโค้งหรือบิดงอ โดยอาศัยหลัก
ที่ว่าถ้าลวดต้านทานมีความยาวหรือภาคตัดขวางเปลี่ยนไป ทำให้ความต้านทานเปลี่ยนไป ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปนี้สามารถเทียบเป็นค่าแรงได้ ต่อไปครูให้นักเรียนตอบคำถาม 12.3 เพื่อเสริมความเข้าใจ

3. ครูนำเข้าสู่ ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทาน โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดในบทเรียนจนได้ข้อสรุปดังนี้

1) ตัวนำที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ความต้านทานจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและความต้านทานจะลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง

2) ตัวนำที่เป็นโลหะผสมเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สภาพต้านทานจะเปลี่ยนไปน้อย เมื่อเทียบกับโลหะบริสุทธิ์ จึงทำให้ความต้านทานเปลี่ยนไปน้อย จากความรู้นี้จึงนิยมใช้โลหะผสมทำตัวต้านทานมาตรฐาน ซึ่งมีค่าความต้านทานคงตัวแน่นอนเชื่อถือได้

3) สารกึ่งตัวนำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สภาพต้านทานจะลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้านทานของสารกึ่งตัวนำลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

4) ฉนวน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสภาพต้านทานจะลดลงเล็กน้อยเท่านั้นความต้านทานของฉนวนเกือบจะไม่เปลี่ยนแปลง

5) ตัวนำยวดยิ่ง คือ ตัวนำที่นำไฟฟ้าดีที่สุด นั่นคือ สภาพต้านทานของตัวนำมีค่าเป็นศูนย์ ทำให้ความต้านทานของตัวนำเป็นศูนย์ด้วย ตัวนำจะมีสภาพต้านทานเป็นศูนย์เมื่ออุณหภูมิต่ำมากๆ จนใกล้อุณหภูมิศูนย์เคลวิน เรียกอุณหภูมินี้ว่า อุณหภูมิวิกฤต

4. หลังจากนั้นก็ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทานตามรายละเอียดในบทเรียน

5. นำเข้าสู่การต่อตัวด้านทาน โดยครูทบทวนการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมและแบบขนานที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วจึงให้นักเรียนศึกษาวิธีต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานตามรายละเอียดในบทเรียน จากนั้นครูนำสู่กิจกรรมที่ 12.2 และให้นักเรียนปฏิบัติ
6. ครูให้นักเรียนฝึกการทำแบบฝึกหัดตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้

สื่อการเรียนการสอน

- แผ่นภาพแสดงสภาพด้านทานของสารต่างๆ
- ตัวด้านทานขนาดต่าง ๆ 20 ตัว
- กล่องถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 10 ชุด
- แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ อย่างละ 10 ชุด
- สายไฟพร้อมขาคหนีบ 10 เส้น

การประเมินผล

- สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
- ชักถาม ให้ตอบคำถาม
- ให้ทำแบบฝึกหัด ทดสอบ ตรวจผลงาน

แผนการสอน 12

วิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คาบที่ 12

เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบหัวข้อนี้นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้
2. ทำกิจกรรมและสรุปได้ว่า ความต่างศักย์ที่ขั้วของเซลล์จะมีค่าใกล้เคียงกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ เมื่อเซลล์นั้นต่ออยู่กับความต้านทานภายนอกที่มีค่ามาก
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้า ได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร และแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ความต้านทาน ภายนอก ความต้านทานภายในเซลล์และความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ได้
5. บอกได้ว่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์จะมีค่ามาก เมื่อเซลล์นั้นไม่ต่ออยู่กับความต้านทานภายนอก และจะมีค่าใกล้เคียงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เมื่อเซลล์นั้น ต่ออยู่กับความต้านทานภายนอกที่มีค่าสูงมาก
6. บอกได้ว่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์จะมีค่าน้อยลง เมื่อเซลล์นั้นต่ออยู่กับความต้านทานภายนอกที่มีค่าน้อยลง
7. นำสมการความสัมพันธ์ในหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
8. อธิบายเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

สาระสำคัญ

แรงเคลื่อนไฟฟ้าหมายถึงพลังงานที่แหล่งกำเนิดให้ต่อหน่วยประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดนั้น ได้ครบวงจร โดยผ่านความต้านทานภายนอกความต้านทานภายในเซลล์

พลังงานทั้งหมด = พลังงานที่ใช้ภายนอก - พลังงานที่ใช้ภายใน

ให้ E = แรงเคลื่อนไฟฟ้า จากแหล่งกำเนิด (โวลต์)

V_R = ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ (โวลต์)

V_r = ความต่างศักย์ภายใน (โวลต์)

จะได้ $E = V_R + V_r$

$E = IR + Ir$ หรือ $E = I(R + r)$

$I = E / R + r$

ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดใดๆ หมายถึงพลังงานที่สูญเสียไปในการเคลื่อนประจุหนึ่งหน่วยระหว่าง 2 จุดนั้น

หน่วยของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ใช้หน่วยเป็น "โวลต์"(จูล/คูลอมบ์)

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

การต่อเซลล์ไฟฟ้ามี 3 แบบ

1. การต่อเซลล์แบบอนุกรม
2. การต่อเซลล์แบบขนาน
3. การต่อเซลล์แบบผสม

การต่อเซลล์แบบอนุกรม

เป็นการนำเซลล์หลาย ๆ มาต่อกันโดยเอาขั้วบวกของเซลล์หนึ่งต่อเข้ากับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่ง



ถ้าแต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า E ความต้านทานภายใน r

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม เท่ากับผลรวมของแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเซลล์

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

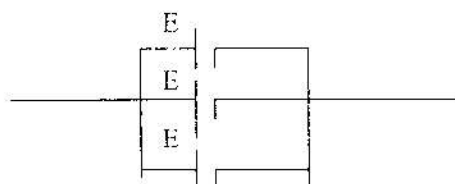
2. ความต้านทานภายในรวม เท่ากับผลรวมความต้านทานแต่ละเซลล์

$$\bullet \quad \Sigma r = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n$$

3. ความต้านทานรวมทั้งวงจร เท่ากับผลรวมของความต้านทานภายนอกและความต้านทานภายใน

การต่อเซลล์แบบขนาน

เป็นการต่อเซลล์โดยนำขั้วบวกของเซลล์ต่อกันด้วยด้าย และนำขั้วลบของเซลล์ต่อกันด้วยด้าย



มีผลดังนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเซลล์

$$\sum E = E$$

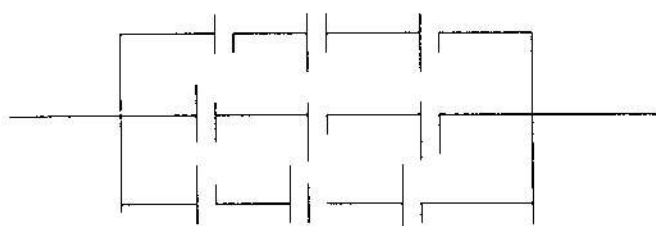
2. ความต้านทานภายในรวมได้จากการรวมความต้านทานแบบขนานของแต่ละเซลล์

ถ้าแต่ละเซลล์มีความต้านทานเท่ากัน เมื่อนำมาต่อกัน n เซลล์

$$\sum r = r/n$$

การต่อเซลล์แบบผสม

เป็นการต่อเซลล์ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานอยู่ในวงจรเดียวกัน ดังรูป



การต่อเซลล์แบบผสม 3 แถว ๆ ละ 3 เซลล์

มีผลดังนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมของแต่ละแถว
2. ความต้านทานรวมภายในหาโดยใช้หลักการรวมความต้านทาน

ทักษะกระบวนการ คิดอย่างมีวิจารณญาณ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนเรื่องแหล่งกำเนิดไฟฟ้าครูซักถามนักเรียนว่า แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะเปลี่ยนพลังงานรูปอื่นให้เป็นพลังงานไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าจะถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าไปยังตัวนำ จากนั้นครูให้ความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าตามรายละเอียดในหนังสือเรียน โดยครูซักให้นักเรียนเข้าใจด้วยว่า คำว่า "แรง" ในแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งกำเนิด ไม่ได้หมายถึงแรงที่เพิ่มปริมาณแวลเตอร์ดังที่นักเรียนเคยศึกษามา

2. ครูให้นักเรียนศึกษาหน่วยของแรงเคลื่อนไฟฟ้า พร้อมทั้งยกตัวอย่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย ซึ่งเป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไป และนักเรียนทุกคนรู้จักดีว่า จะพบตัวเลขที่เขียนไว้บนเซลล์ดังกล่าว เช่น 1.5 V, 3 V ซึ่งนั่นตัวเลขที่บอกแรงเคลื่อนไฟฟ้า

3.ต่อไปครูตั้งปัญหาตามแนวในหนังสือเรียนว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เกี่ยวข้องกันอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะได้ทราบจากการทำกิจกรรม 12.1 ต่อไป

4. หลังทำกิจกรรมครูนำอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามในบทเรียน จนสรุปได้ว่า เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์เมื่อไม่มีตัวต้านทานต่ออยู่กับเซลล์ และ เมื่อมีตัวต้านทานที่มีค่ามากต่ออยู่กับเซลล์ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์จะมีค่าใกล้เคียง กัน แต่เมื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ในขณะที่มีตัวต้านทานค่าน้อยกว่าต่ออยู่กับเซลล์ ความต่างศักย์จะมีค่าน้อยลง

5.ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าเพื่อให้เข้าใจผลของกิจกรรมนี้ดียิ่งขึ้นนักเรียนควรศึกษาวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยครูให้ความรู้เกี่ยวกับความต้านทานภายในเซลล์ ตามรายละเอียดในบทเรียน จากนั้นจึงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานไฟฟ้าของเซลล์ พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจร และพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในเซลล์ตามรายละเอียดในบทเรียน ครูใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสในวงจร (I) ความต้านทานภายนอก(R) ความต้านทานภายใน(r) แรงเคลื่อนไฟฟ้า(E) และความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์(V) ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนคือ

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

$$V = E - Ir$$

6. ครูให้นักเรียนพิจารณาสมการ $E = IR + Ir$ และชี้ให้เห็นว่า เมื่อความต้านทานภายนอก R มีค่ามากขึ้น ค่ากระแสในวงจร I จะมีค่าลดลง แล้วจะเห็นว่า ถ้ากระแส I มีค่าน้อย Ir จะมีค่าน้อยด้วย ยังผลให้ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ V และแรงเคลื่อน E มีค่าใกล้เคียงกันยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นว่าสอดคล้องกับการทำกิจกรรม 12.1 ที่ผ่านมา กล่าวคือ ขณะที่เซลล์ต่ออยู่กับความต้านทานภายนอก 1 โอห์ม ค่า V และค่า E จะแตกต่างกันมากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มความต้านทานภายนอกเป็น 1 กิโลโอห์ม และ 10 กิโลโอห์ม ค่า V และ E จะแตกต่างกันน้อยลงตามลำดับ และครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า สำหรับในกรณีที่ไม่มีตัวต้านทานภายนอกต่ออยู่กับเซลล์นั้นไม่ได้หมายความว่าความต้านทานภายนอกของวงจรเป็นศูนย์แต่ความต้านทานภายนอกของวงจรก็คือ ความต้านทานของเซลล์ ซึ่งมีค่ามาก การวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ในขณะที่ไม่มีตัวต้านทานอยู่ในวงจรเลย จึงได้ค่าความต่างศักย์ใกล้เคียงกับการวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ในขณะที่มีตัวต้านทานที่มีค่ามากต่ออยู่

7.ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียนและอธิบายด้วยข้อเท็จจริงการคำนวณที่ครูเตรียมไว้ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์

8. นำเข้าสู่การต่อเซลล์ไฟฟ้า โดยครูทบทวนการต่อตัวต้านทานที่นักเรียนเคยศึกษามา และให้รายละเอียดเกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแต่ละแบบ พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกหัดการคำนวณหาปริมาณต่างๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้

สื่อการเรียนการสอน

- ก่องล่อถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย จำนวน 10 ชุด
- โวลท์มิเตอร์ จำนวน 10 เครื่อง
- ตัวต้านทาน 1.0, 3.5 โอห์ม 1 กิโลโอห์ม 10 กิโลโอห์ม อย่างละ 10 ตัว
- สายไฟเส้นที่ปลายเป็นปากหนีบ จำนวน 20 ชุด

กิจกรรมเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรมนี้ เพื่อให้ได้ผลดีมีความผิดพลาดน้อยที่สุด ครูควรนำปลายข้างหนึ่งของตัวต้านทานขนาด 1.0, 3.5 โอห์ม 1 กิโลโอห์ม และ 10 กิโลโอห์ม มาบัดกรีเข้าด้วยกันด้านหนึ่ง ให้เท่ากับจำนวนกลุ่มของนักเรียน ทำเครื่องหมายแสดงค่าความต้านทานแต่ละตัวไว้ ครูแนะนำให้ให้นักเรียนหัดชุดตัวต้านทานที่ครูเตรียมล่วงหน้ามาต่อเป็นวงจรไฟฟ้าดังรูป 12.10

การประเมินผล

- สังเกตการทำงาน
- ตรวจสอบผลงานของการทำงานกิจกรรม และแบบฝึกหัด
- ซักถาม ให้ตอบคำถาม

ภาคผนวก ค.

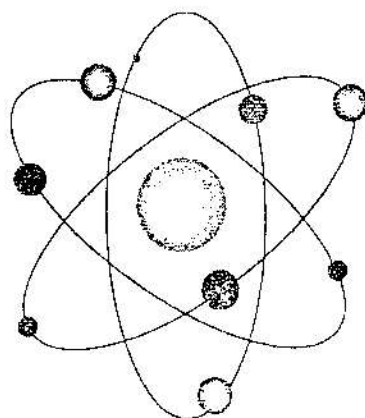
- ชุดการสอนรายบุคคล



ชุดการสอนวิชา ว. 023 ฟิสิกส์

หน่วยที่ 1

เรื่องประจุไฟฟ้าและ แรงระหว่างประจุไฟฟ้า



นายสุรจิตร ศรีรักษ์

อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

กรมสามัญศึกษา

อ.เมือง จ.ชัยภูมิ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
แผนการสอนประจำหน่วยที่ 1	133
คำแนะนำในการศึกษาด้วยตนเอง	134
อำนาจไฟฟ้า	135
การทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้า	136
กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุ	137
กฎของคูลอมบ์	139
แนวตอบกิจกรรม	141
เฉลยแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน	147

แผนการสอนประจำหน่วยที่ 1

วิชา ว. 023 ฟิสิกส์

เรื่องประจุไฟฟ้า และแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

แนวคิด

- ประจุไฟฟ้าบนวัตถุเกิดจากการที่อะตอมในวัตถุมีจำนวนขาดหรือเกิน
- ถ้าอะตอมใดขาดจำนวนอิเล็กตรอนจะแสดงอำนาจเป็นประจุบวก
- ถ้าอะตอมใดมีอิเล็กตรอนเกินจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นประจุลบ
- ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะเกิดแรงดูดกัน ประจุเหมือนกันจะเกิดแรงผลักกัน
- แรงระหว่างประจุจะขึ้นอยู่กับระยะห่างและขนาดของประจุทั้งสอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนอธิบายและหาแรงกระทำระหว่างประจุไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ได้

สาระสำคัญ

ประจุไฟฟ้าบนวัตถุเกิดจากอะตอมมีอิเล็กตรอนขาดหรือเกินจำนวนสำหรับประจุไฟฟ้าอยู่ใดจะเกิดแรงระหว่างประจุ โดยแรงนี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของประจุทั้งสอง และเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะห่างระหว่างประจุทั้งสองยกกำลังสอง

กิจกรรมการเรียนการสอน

ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเรียงตามลำดับดังนี้

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในเอกสารแบบฝึกปฏิบัติ
2. เอกสารการสอน
3. ตอบคำถามและปัญหาในแบบฝึกปฏิบัติพร้อมตรวจคำตอบกับเฉลย
4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

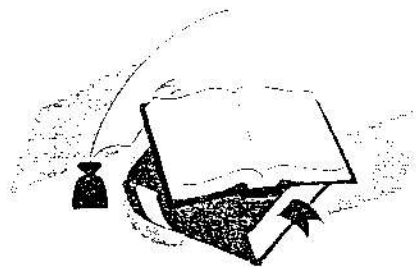
1. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เอกสารการสอน และวัสดุอุปกรณ์
3. แบบฝึกปฏิบัติ

การวัดและการประเมินผล

1. การตอบคำถาม
2. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คำแนะนำในการศึกษา

1. ให้นักเรียนศึกษาแผนการสอนประจำหน่วย
2. ทำแบบประเมินผลก่อนเรียนพร้อมตรวจสอบกับคำเฉลย
3. จากนั้นให้ศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติลงในสมุดกิจกรรม
4. เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้ตรวจสอบกับแนวตอบกิจกรรมที่อยู่ท้ายเอกสาร
5. เสร็จแล้วให้ทำแบบประเมินผลหลังเรียนและตรวจสอบกับคำเฉลย



เอกสารการสอนวิชา ว 023

หน่วยที่ 1

เรื่อง ประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุ

การเกิดอำนาจไฟฟ้า

ตัวการที่ทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้าได้แก่ ประจุไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือประจุ บวก และ ประจุลบ อนุภาคที่อยู่ภายในอะตอมที่มีประจุบวกได้แก่ อนุภาคโปรตอน ส่วนอนุภาคที่มีประจุชนิดลบคือ อิเล็กตรอน

สภาพของวัตถุ

เมื่อพิจารณาโครงสร้างอะตอมแล้วพบว่า อนุภาคที่เคลื่อนที่ได้ง่ายและสะดวกคือ อิเล็กตรอน การแสดงอำนาจไฟฟ้าของวัตถุเมื่อนำวัตถุ 2 ชนิดมาถูกัน จึงอธิบายในรูปของการขาดหรือการมีอิเล็กตรอนเกินจำนวนที่พอดี เช่นวัตถุใดที่แสดงอำนาจไฟฟ้าบวก คือการที่วัตถุนั้นขาดอิเล็กตรอน ส่วนวัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าลบแสดงว่ามี อิเล็กตรอนเกินจำนวนที่พอดี

วัตถุสามารถแสดงสภาพทางไฟฟ้าได้ 2 ลักษณะคือ

1. เป็นกลาง หมายถึงสภาพที่วัตถุไม่แสดงอำนาจไฟฟ้าหรือไม่มีประจุไฟฟ้า
อิสระเกิดขึ้นบนวัตถุนั้น คือมีจำนวน โปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน
2. มีอำนาจไฟฟ้า เป็นสภาพที่วัตถุแสดงอำนาจไฟฟ้า หรือสภาพที่มีประจุอิสระบนวัตถุนั้น หรือเป็นสภาพที่มีอิเล็กตรอนน้อยกว่าหรือมากกว่าโปรตอน ถ้าอิเล็กตรอนเกินจะแสดงประจุลบถ้าขาดอิเล็กตรอนจะแสดงประจุบวก

ประเภทของวัตถุ

1. ตัวนำ หมายถึงวัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้คือ เมื่อประจุไฟฟ้าเข้าสู่วัตถุพวกนี้ จะกระจายกันออกทั่วผิววัตถุนั้น เช่น พลาสติกห่อต่างๆ สารละลาย ฯลฯ
2. ฉนวน หมายถึงวัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่าน ประจุไฟฟ้าจะไม่กระจายออก เช่น ไม้ อากาศ แก้ว ฯลฯ

กิจกรรม 1.1

1. ตัวการที่ทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้าคือสิ่งใด
2. ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง
3. ฉนวนและตัวนำต่างกันอย่างไรพร้อมทั้งยกตัวอย่าง
(โปรดทำในแบบฝึกปฏิบัติแล้วตรวจกับแนวคอบท่ายเอกสารการสอน)

การทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้า

เราสามารถทำให้วัตถุมีอำนาจไฟฟ้าได้โดย

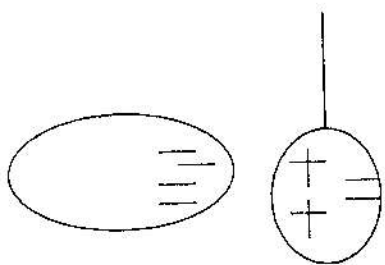
1. การนำวัตถุสองชนิดมาถูกัน วัตถุทั้งสองจะเกิดประจุต่างชนิดกัน
2. การนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาแตะกับวัตถุที่เป็นกลางจะทำให้วัตถุที่เป็นกลางอยู่เกิดประจุชนิดเดียวกันกับวัตถุที่นำมาแตะ
3. การเหนี่ยวนำไฟฟ้า

การเหนี่ยวนำเป็นการที่นำวัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าเข้าไปใกล้วัตถุที่เป็นตัวนำ ทำให้ประจุบวกและลบบนตัวนำแยกออกจากกัน ประจุต่างชนิดกันจะเข้าไปใกล้วัตถุที่เหนี่ยวนำ ส่วนประจุชนิดเดียวกันจะถูกผลักออกไปให้ไกล และถ้าต่อสายดินประจุที่ถูกผลักก็จะคล้ายกับถูกผลักลงดินไป จึงเหลือเฉพาะประจุต่างชนิดกันอยู่บนตัวนำนั้น

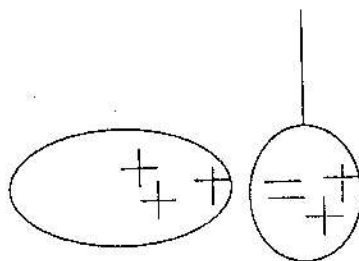
ตัวอย่างการเหนี่ยวนำ

1. นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าไปใกล้ตัวนำที่เป็นกลาง ดังรูปที่ 1.1

ใช้ประจุลบเหนี่ยวนำ

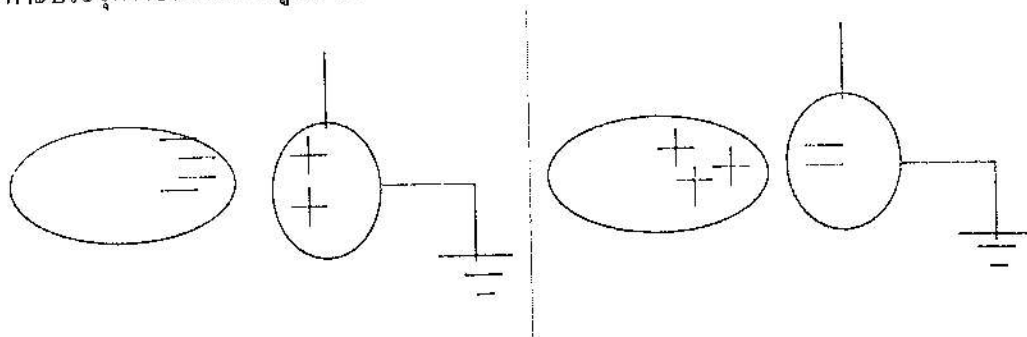


ใช้ประจุบวกเหนี่ยวนำ



รูปที่ 1.1 นำวัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าเข้าไปใกล้วัตถุที่เป็นกลาง

2. ต่อสายดินเข้ากับตัวนำทำให้ประจุชนิดเดียวกันกับประจุที่เหนี่ยวนำหมดอำนาจ เหลือเฉพาะประจุต่างชนิดกัน ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ต่อสายดินเข้ากับโลหะ

3. ตัดสายดินออกแล้วนำประจุหนึ่งขวานำออกที่หลัง จะได้ประจุบนตัวนำนั้น

ผังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ได้ประจุอิสระบนตัวนำ

**ให้นักเรียนตอบคำถามที่ 1-8

กิจกรรมที่ 1.2

1. การทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้าในวัตถุอย่างง่ายทำได้โดยวิธีใดบ้าง
2. แรงที่เกิดขึ้นระหว่างประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิดอะไรบ้าง
3. ในการทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนตัวนำโดยวิธีการเหนี่ยวนำเราจะตัดสายดินก่อนหรือนำวัตถุเหนี่ยวนำออกก่อน
4. ในการทำให้วัตถุเกิดประจุไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำ บนตัวนำหนึ่ง ประจุที่ได้เป็นประจุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันกับประจุที่เหนี่ยวนำ
5. ถ้าต้องการให้ประจวบกับตัวนำทรงกลมเราจะต้องนำประจุชนิดมาเหนี่ยวนำ
(โปรดทำลงในแบบฝึกปฏิบัติในสมุดกิจกรรมแล้วตรวจกับแนวตอบท้ายเอกสารการสอน)

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุ

วัตถุประสงค์ หลังจบกิจกรรมนักเรียนสามารถบอกได้ว่า

1. วิธีที่ทำให้วัตถุที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้าได้
2. บอกความหมายของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า และแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
3. บอกได้ว่าประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด เรียกว่า ประจุบวก และประจุลบ

เวลาที่ใช้

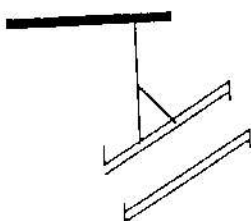
ศึกษาวิธีการทำกิจกรรม	5 นาที
แต่ละคนปฏิบัติกิจกรรม	10 นาที
บันทึกและอภิปราย	5 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละคนนำอุปกรณ์การทดลองที่เตรียมไว้มาทำการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. แผ่นฟิวรีซี	2
2. แผ่นเปอร์สเปกซ์	2
3. ผ้าสักหลาด	1
4. ขาค้าง	1
5. เส้นด้าย	ยาวประมาณ 1 เมตร

วิธีทำ ใช้ปลายหนึ่งของเส้นด้ายผูกบริเวณกึ่งกลางแผ่นฟิวรีซี แล้วนำอีกปลายหนึ่งของเส้นด้ายผูกกับแขนขาตั้ง จัดให้เส้นด้ายห้อยในแนวตั้งและแผ่นฟิวรีซีวางตัวในแนวระดับจับปลายข้างหนึ่งของแผ่นฟิวรีซีด้วยผ้าสักหลาดเพื่อให้มีประจุไฟฟ้าแล้วปล่อยให้แผ่นฟิวรีซีวางตัวในแนวระดับดังเดิม นำแผ่นฟิวรีซีอีกแผ่นหนึ่งที่ถูปลายข้างหนึ่งด้วยผ้าสักหลาด จนมีประจุไฟฟ้าแล้วนำไปใกล้ปลายที่มีประจุไฟฟ้าของแผ่นฟิวรีซีที่แขวนอยู่ สังเกตการเบนของแผ่นฟิวรีซีที่แขวนอยู่กับเส้นด้าย



ตารางบันทึกผลกิจกรรม

ชนิดของวัตถุที่มีประจุ	ชนิดของแรง
ฟิวรีซี กับ ฟิวรีซี	
เปอร์สเปกซ์ กับ เปอร์สเปกซ์	
ฟิวรีซี กับ เปอร์สเปกซ์	

สรุปผลการทำกิจกรรม.

.....(บันทึกผลลงในสมุดกิจกรรม).....

.....

.....

.....

กฎของคูลอมบ์

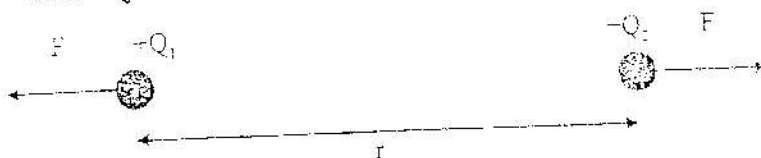
กฎของคูลอมบ์ กล่าวว่า สำหรับประจุไฟฟ้าคู่ใดๆ ที่วางห่างกันเป็นระยะหนึ่ง จะมีแรงกระทำต่อกัน โดยแรงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของประจุทั้งสอง และเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะห่างประจุทั้งสองนั้นยกกำลังสอง

สำหรับแรงที่เกิดขึ้นนั้น

- เป็นแรงผลักกัน เมื่อประจุสองประจุเป็นประจุชนิดเดียวกัน เช่น ประจุบวกกับบวก หรือ

ประจุลบกับลบ

- เป็นแรงดูดกัน เมื่อประจุสองประจุเป็นประจุต่างชนิดกัน คือประจุบวกกับประจุลบ



รูปที่ 2 แรงกระทำระหว่างประจุไฟฟ้า

จากรูปที่ 2

Q_1 และ Q_2 เป็นขนาดของประจุไฟฟ้าสองประจุ มีหน่วยเป็นคูลอมบ์

r เป็นระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง มีหน่วยเป็นเมตร

F เป็นแรงกระทำที่เกิดขึ้นกับประจุใดประจุหนึ่ง

จะได้ว่า

$$F \propto 1/r^2$$

$$\text{และ } F \propto Q_1 Q_2$$

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

เมื่อ K เป็นค่าคงที่ สำหรับตัวกลางแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน ที่เป็นอากาศ หรือ
สุญญากาศ ค่าคงที่นี้ มีค่าเท่ากับ 9×10^9 นิวตัน (เมตร)²/(คูลอมบ์)²