

ฟิสิกส์

ม.5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เล่ม 2



คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับประจุไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าสถิตในชีวิตประจำวัน อิเล็กตรอนอิสระ กฎของโอห์ม แหล่งกำเนิดไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงาน และพลังงานทดแทน

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรม และจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
2. อธิบายและคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
3. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
4. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใดๆ
5. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน
7. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
8. อธิบายกฎของโอห์ม ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน
9. ทดลอง อธิบายและคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
10. ทดลองและคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และความต้านทาน
11. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอื่นๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า

รวมทั้งหมด 11 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

วราชมล เสนาะคำ

ผู้ตรวจ

ผศ.มาลี สุทธิโอภาส

รศ.มานัส มงคลสุข

ผศ.ปรีดา เพชรมีศรี

บรรณาธิการ

ศ. ดร.พิเชษฐ ลีมีสุวรรณ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

วรัชมล เสนาะคำ

ผู้ตรวจ

ผศ.มาลี สุทธิโอภาส

รศ.มานัส มงคลสุข

ผศ.ปรีดา เพชรมีศรี

บรรณาธิการ

ศ. ดร.พิเชษฐ์ ลิ้มสุวรรณ

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

วรัชมล เสนาะคำ.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2.--กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น,
2562.

152 หน้า.

1. ฟิสิกส์--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

I. ชื่อเรื่อง.

530.07

ISBN 978-616-345-153-8

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 8,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

 **MACEDUCATION**

ส่งชานาณัติสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว**

ในนาม **บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด**

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com


พิมพ์ที่ : บริษัท ทีเอส อินเทอร์เน็ต จำกัด

คำชี้แจง

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในระยะแรกให้ปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับใช้ในปีการศึกษา 2561 ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ปีการศึกษา 2562 ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไปให้ใช้ในทุกชั้นเรียน ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบสามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามารถทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่างถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหลักสูตรข้างต้น บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียน ให้สอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ของหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลง และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี




โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้หนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิดสำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นความรู้ ความคิดที่เป็นแก่นสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่งที่เพิ่มเติมในหนังสือเรียนแม็ค 4.0 นี้ คือ กิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ (STEM) ตามเป้าหมายสำคัญของการปรับหลักสูตรครั้งนี้ ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนแม็ค 4.0 จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วย โดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนสแกน AR Code โดยใช้แอปพลิเคชัน SnapLearn ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียน แบบฝึกหัด คู่มือครู และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงใหม่ชุดนี้ จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษารอบนี้ เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยทำให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

วิธีการใช้ SnapLearn

1. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน SnapLearn 
2. เปิดใช้งานแอปพลิเคชัน SnapLearn
 - 2.1 กดปุ่มตรงกลาง  เพื่อสแกนบาร์โค้ด ISBN ที่ปกหลังมุมล่างด้านขวามือ
 - 2.2 กรอกชื่อหนังสือเรียนลงในช่องค้นหา "Physics M.5 Vol.2"
3. กดดาวน์โหลดหนังสือเรียน
4. สแกนหน้าหนังสือเรียนที่มีสัญลักษณ์ 

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามนำเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัยรับคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต	1
1. ประจุไฟฟ้า	3
1.1 การถ่ายเทประจุไฟฟ้า	4
1.2 อิเล็กโทรสโคป	8
2. กฎของคูลอมบ์	13
3. สนามไฟฟ้า	19
3.1 สนามไฟฟ้าของจุดประจุ	20
3.2 สนามไฟฟ้าของหลายประจุ	23
3.3 จุดสะเทิน	26
3.4 สนามไฟฟ้าคงที่	28
4. ศักย์ไฟฟ้า	31
4.1 ศักย์ไฟฟ้าของจุดประจุ	32
4.2 ศักย์ไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าคงที่	38
4.3 ศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม	40
5. ตัวเก็บประจุ	44
5.1 ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ	45
5.2 การต่อตัวเก็บประจุ	48
6. การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าสถิตในชีวิตประจำวัน	53
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	60
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ไฟฟ้ากระแส	63
1. กระแสไฟฟ้า	65
2. กฎของโอห์ม	72
2.1 สภาพนำไฟฟ้าและสภาพต้านทานไฟฟ้า	76
2.2 ตัวต้านทาน	81
2.3 การต่อตัวต้านทาน	84

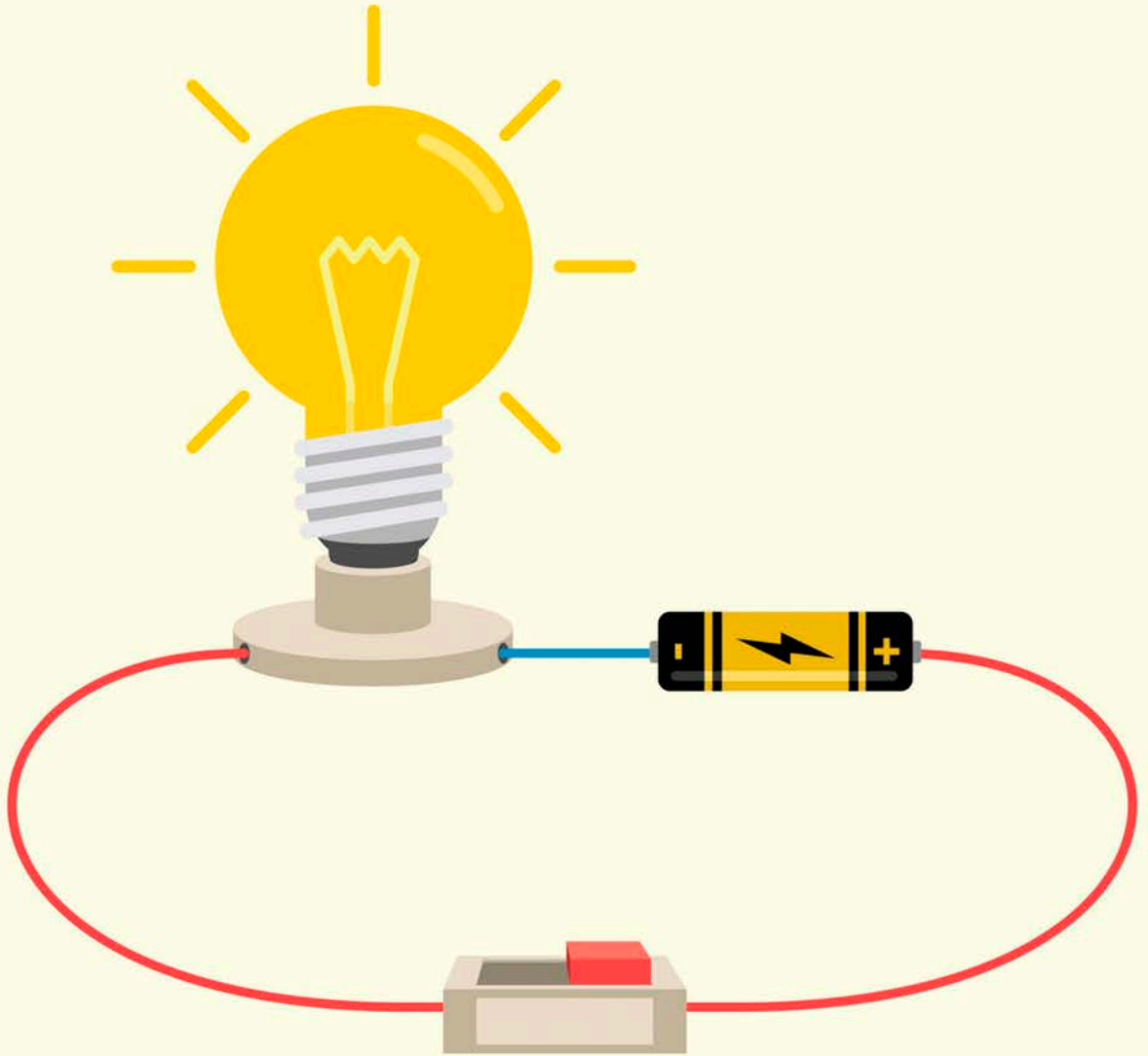
3. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	91
3.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้า	93
3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้า	97
3.3 กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า	101
4. วงจรไฟฟ้าในบ้าน	105
4.1 วงจรไฟฟ้าในบ้าน	106
4.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า	107
4.3 การใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	108
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	114

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงานทดแทน **117**

1. พลังงาน	119
2. พลังงานทดแทน	123
2.1 ประเภทของพลังงานทดแทน	124
2.2 ประโยชน์จากพลังงานทดแทน	132
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	136

บรรณานุกรม **137**

อภิธานศัพท์ **139**





หน่วยการเรียนรู้ที่

1



ไฟฟ้าสถิต

สาระการเรียนรู้

- 1 ประจุไฟฟ้า
- 2 กฎของคูลอมบ์
- 3 สนามไฟฟ้า
- 4 ศักย์ไฟฟ้า
- 5 ตัวเก็บประจุ
- 6 การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าสถิตในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัดชั้นปี

1. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
2. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
3. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
4. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ
5. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าเกิดขึ้นได้อย่างไร



ไฟฟ้าสถิต (electrostatics) สาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับประจุไฟฟ้าที่อยู่นิ่งหรือสะสมบนผิววัตถุหนึ่งๆ เมื่อปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและลบบนผิววัตถุมีไม่เท่ากัน จะทำให้เกิดแรงดึงดูด แรงผลัก หรืออาจเกิดประกายไฟหากประจุไฟฟ้านั้นเกิดการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่น การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากก้อนเมฆลงสู่พื้นดินทำให้เกิดฟ้าผ่า ซึ่งเป็นประกายไฟขนาดใหญ่พาดผ่านจากท้องฟ้าลงมายังพื้นดิน

ประจุไฟฟ้านั้นได้มีการค้นพบมาตั้งแต่หลายร้อยปีก่อนคริสต์ศักราชแล้ว โดยทาลีส แห่งมิลีทัส (Thales of Miletus) นักปราชญ์ชาวกรีก ได้บังเอิญนำแท่งอำพันมาทำความสะอาดโดยถูกับเส้นขนสัตว์ที่เขาสวมอยู่ ปรากฏว่าแท่งอำพันสามารถดูดวัตถุเบาๆ ได้ ซึ่งเป็นการค้นพบประจุไฟฟ้าเป็นครั้งแรก

และเมื่อ พ.ศ. 2087 วิลเลียม กิลเบิร์ต (William Gilbert) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้ศึกษาหลักการไฟฟ้าสถิต โดยนำเอาผ้าแพรและผ้าขนสัตว์มาถูกับแท่งแก้ว ปรากฏว่าประจุที่เกิดขึ้นบนแท่งแก้วมีความแตกต่างกัน แสดงว่าการขัดสีระหว่างวัตถุสองชนิดจะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายประจุได้แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่นำมาขัดสี

การศึกษาและค้นพบเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำหลักการไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้านซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในบทเรียนนี้

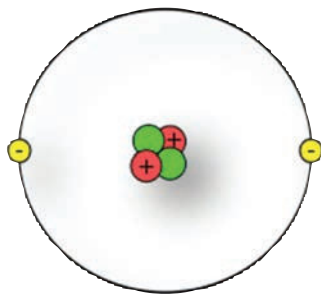
1. ประจุไฟฟ้า



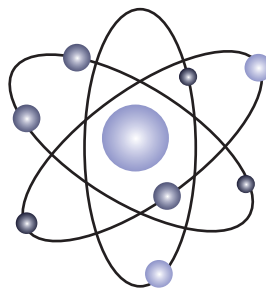
แนวคิดสำคัญ

ประจุไฟฟ้าเป็นพื้นฐานสำคัญของไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นตัวกำหนดอำนาจทางไฟฟ้าของวัตถุใดๆ ว่าจะมีประจุบวกหรือประจุลบ ประจุไฟฟ้าในวัตถุสามารถถ่ายโอนไปยังวัตถุอื่นได้โดยการสัมผัสและการเหนี่ยวนำ ซึ่งหลักการเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าเป็นหลักสำคัญของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ตรวจสอบประจุของวัตถุได้

ประจุไฟฟ้าเป็นปริมาณทางไฟฟ้าปริมาณหนึ่ง โดยธรรมชาติของสสารจะประกอบด้วยหน่วยย่อยๆ ที่มีลักษณะและสมบัติที่เหมือนกัน เรียกว่า **อะตอม (atom)** ภายในอะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 ชนิด ได้แก่ โปรตอน (proton) ที่มีประจุไฟฟ้าบวก นิวตรอน (neutron) ที่เป็นกลางทางไฟฟ้า และอิเล็กตรอน (electron) ที่มีประจุไฟฟ้าลบ โดยโปรตอนกับนิวตรอนจะรวมกันอยู่ที่กลางของอะตอม เรียกว่า **นิวเคลียส (nucleus)** ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อยู่รอบๆ นิวเคลียส ดังรูปที่ 1.1



ก. อะตอมที่มีอิเล็กตรอน 2 ตัว



ข. อะตอมที่มีอิเล็กตรอนหลายตัว

รูปที่ 1.1 โครงสร้างอะตอม

อนุภาคทั้ง 3 อนุภาคนี้เป็นอนุภาคมูลฐาน โดยข้อมูลพื้นฐานของอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน จะแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลพื้นฐานของโปรตอนนิวตรอนและอิเล็กตรอน

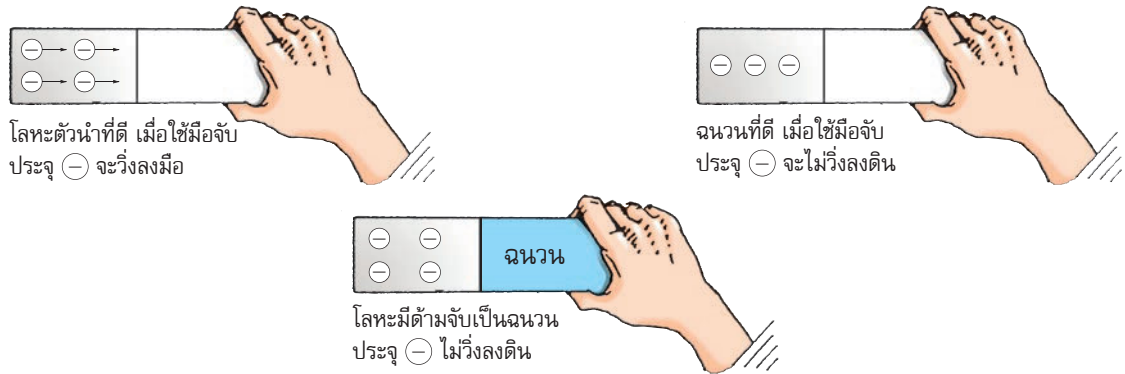
อนุภาค	สัญลักษณ์	ชนิดของประจุ	ขนาดของประจุ	มวล
โปรตอน	p	บวก (+)	+e: $(+1.602 \times 10^{-19} \text{C})$	$1.67262 \times 10^{-27} \text{ kg}$
นิวตรอน	n	กลาง	0	$1.67429 \times 10^{-27} \text{ kg}$
อิเล็กตรอน	e	ลบ (-)	-e: $(-1.602 \times 10^{-19} \text{C})$	$9.10 \times 10^{-31} \text{ kg}$

โดยปกติวัตถุจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากวัตถุมีประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้านลบเท่ากัน แต่ละอะตอมจะมีจำนวนอนุภาคโปรตอนและอนุภาคอิเล็กตรอนเท่ากันซึ่งเป็นไปตาม **กฎการอนุรักษ์ประจุ (law of conservation of charge)** แต่ถ้านำวัตถุสองชนิดมาถูกันจะเกิดการถ่ายโอนประจุระหว่างวัตถุทั้งสองชนิด ทำให้วัตถุหนึ่งมีปริมาณประจุบวกมากกว่าประจุลบจึงมีประจุสุทธิเป็นบวก และอีกวัตถุที่มีปริมาณประจุลบมากกว่าประจุบวกจึงมีประจุสุทธิเป็นลบ กล่าวคือ วัตถุที่มีประจุบวกมากกว่าประจุลบจะแสดงอำนาจไฟฟ้าบวก ส่วนวัตถุที่มีประจุบวกลดกว่าประจุลบจะแสดงอำนาจไฟฟ้านลบ และวัตถุที่มีประจุบวกกับประจุลบเท่ากันก็จะเป็นกลางทางไฟฟ้า

1.1 การถ่ายเทประจุไฟฟ้า

เมื่อปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและลบบนผิววัตถุไม่เท่ากันทำให้เกิดแรงไฟฟ้าระหว่างวัตถุ โดยเกิดแรงดึงดูดเมื่อวัตถุทั้ง 2 ชั้นมีประจุต่างชนิดกัน และเกิดแรงผลักรันเมื่อวัตถุทั้ง 2 ชั้นมีประจุชนิดเดียวกัน การนำผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชนิดมาขัดสีกัน พลังงานที่เกิดจากการขัดสีจะทำให้ประจุไฟฟ้าบนผิววัตถุเกิดการแลกเปลี่ยนกัน โดยส่วนใหญ่จะเกิดกับวัตถุที่ไม่นำไฟฟ้าหรือฉนวน เช่น ยาง พลาสติก แก้ว ส่วนวัตถุจำพวกโลหะที่นำไฟฟ้านั้นมีโอกาสเกิดได้ค่อนข้างยาก การทำให้วัตถุเกิดประจุไฟฟ้ามีวิธีการดังนี้

1. การขัดสีหรือถูกัน เมื่อนำวัตถุ 2 ชนิดมาขัดสีกันจะเกิดการถ่ายเทประจุระหว่างวัตถุ ซึ่งวัตถุที่มีประจุลบมากขึ้นจะแสดงอำนาจไฟฟ้านลบ และวัตถุที่ประจุลบลดลงจะแสดงอำนาจไฟฟ้าบวก ถึงแม้ว่าวัตถุนั้นเป็นฉนวนก็สามารถแสดงอำนาจไฟฟ้าได้ เพราะประจุที่เกิดขึ้นจะหยุดนิ่งอยู่บนวัตถุ แต่ถ้าเป็นตัวนำจะไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า เพราะประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เช่น ถ้าประจุลบที่เกิดขึ้นที่ตัวนำก็จะเคลื่อนที่ผ่านตัวนำไปยังมือที่จับได้ หรือถ้ามีประจุบวกเกิดขึ้นที่ตัวนำ ประจุลบจากมือจะเคลื่อนที่เข้ามาหาประจุบวกที่ตัวนำได้ ทำให้ตัวนำไม่แสดงอำนาจทางไฟฟ้าหรือเป็นกลางทางไฟฟ้านั่นเอง



รูปที่ 1.2 การถ่ายโอนประจุไฟฟ้าของวัตถุที่เป็นตัวนำ



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.1 การเกิดประจุไฟฟ้าและแรงไฟฟ้า

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาการเกิดประจุไฟฟ้าโดยวิธีการขัดสี

วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกนาฬิกาหรือกระจกผิวโค้ง 1 ชิ้น
2. ผ้าสักหลาด 1 ผืน
3. ไม้บรรทัดพลาสติก 2 อัน

วิธีปฏิบัติ

1. นำไม้บรรทัด 1 อัน มาถูด้วยผ้าสักหลาด ประมาณ 1-2 นาที
2. วางไม้บรรทัดที่ถูแล้วลงบนกระจกนาฬิกา ดังรูป
3. นำไม้บรรทัดอีกอันหนึ่งมาถูด้วยผ้าสักหลาด ประมาณ 1-2 นาที เช่นเดียวกับอันแรก แล้วนำไปใกล้ ๆ กับไม้บรรทัดที่วางอยู่บนกระจกนาฬิกา ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้ว บันทึกผล

