



เล่มที่

1

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ด้วยกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์

รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

“ประจุไฟฟ้า”

ชื่อ สกุล.....

เลขที่ ม.6/.....



นายณัฐชนม์ กองมา
ครู วิทยฐานะชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนพิชัย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 พิษณุโลก – อุตรดิตถ์
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการด้วยกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่องไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้า ได้จัดทำตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและศึกษาต่อในระดับสูง มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และยังส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้โดยนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและประเมินผลการเรียนได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูเป็นครูชี้แนะ ดังนั้นนักเรียนที่ได้ศึกษาเรียนรู้แล้ว จะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสริมสร้างความรู้ และยังปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ดีให้กับนักเรียน

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ช่วยตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนรู้นี้ ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกคนในการร่วมกันพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความตั้งใจ

นายณัฐชนม์ กองมา

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการด้วยกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่องไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้จัดทำขึ้นโดยกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความมุ่งหวังเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจ ฝึกปฏิบัติกิจกรรม การแสดงทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเพิ่มพูนความรู้และทักษะทางวิชาการ ตลอดจนการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียนสื่อสารและ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ไฟฟ้าสถิต

การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เชิงบูรณาการด้วยกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่องไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้มีการจัดทำ ปรับปรุง และพัฒนาขึ้นทั้งหมด 7 เล่ม ดังนี้

- | | |
|-----------|--|
| เล่มที่ 1 | ประจุไฟฟ้า |
| เล่มที่ 2 | กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า และการเหนี่ยวนำไฟฟ้า |
| เล่มที่ 3 | แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ |
| เล่มที่ 4 | สนามไฟฟ้า |
| เล่มที่ 5 | ศักย์ไฟฟ้า |
| เล่มที่ 6 | ตัวเก็บประจุและความจุ |
| เล่มที่ 7 | การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ |

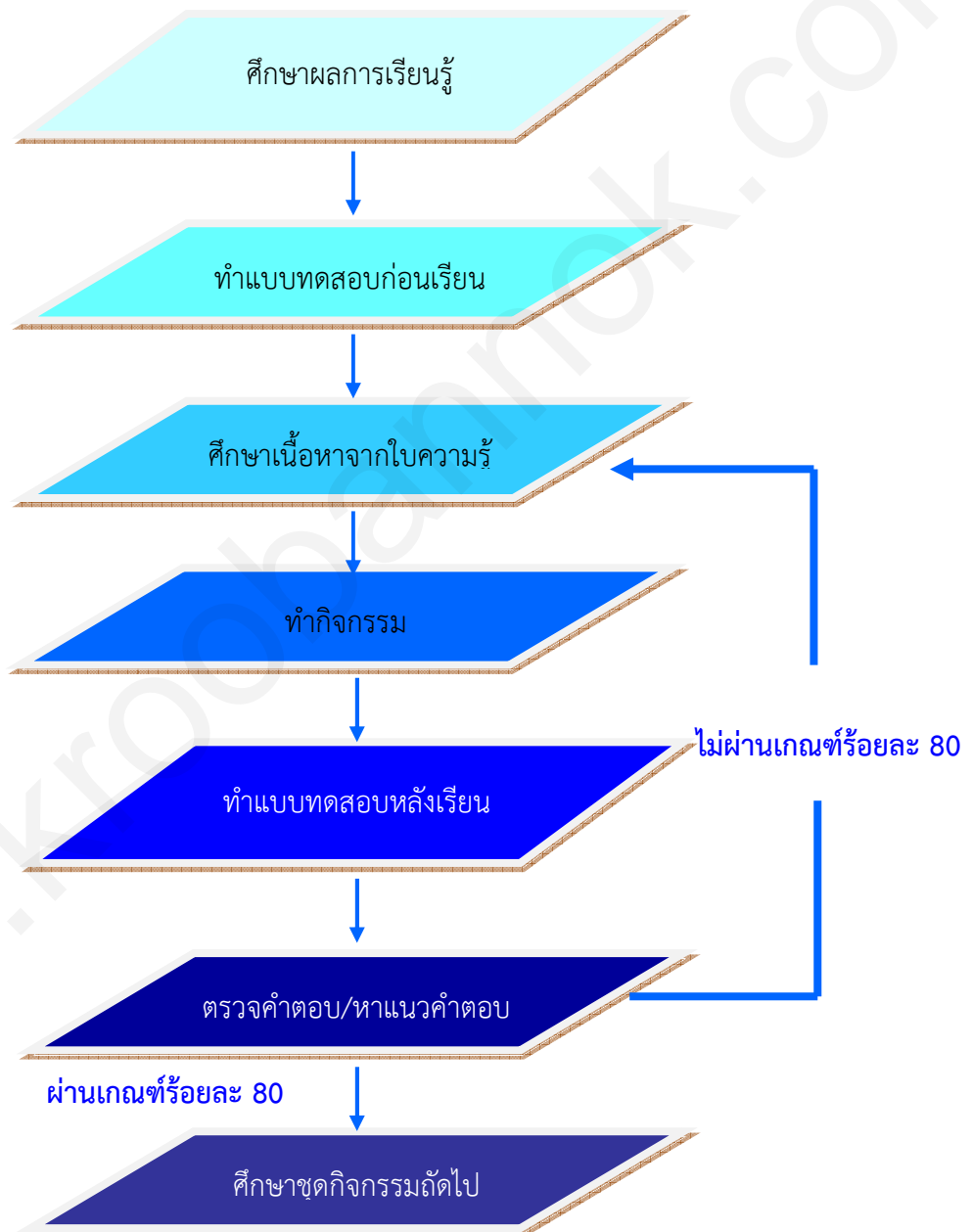
ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ จะมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ของครู และนักเรียน เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนสามารถ นำไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพและส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไป

นายณัฐชนม์ กองมา
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจง	ข
สารบัญ	ค
ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	1
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียน	2
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	4
สาระที่สำคัญ	5
จุดประสงค์การเรียนรู้	6
แบบบันทึกกิจกรรมประจำเล่มที่ 1	7
แบบทดสอบก่อนเรียน เล่มที่ 1	8
กิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ 4 เล่มที่ 1 ประจุไฟฟ้า	10
ใบงานที่ 1 ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า	10
ใบความรู้ที่ 1 ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า	11
ใบกิจกรรมที่ 1 กังหันไฟฟ้าสถิต	14
ใบความรู้ที่ 2 ประจุไฟฟ้า	17
ใบงานที่ 2 สรุปความรู้เรื่องประจุไฟฟ้า	19
แบบทดสอบหลังเรียน เล่มที่ 1	20
เฉลยแบบทดสอบ เล่มที่ 1	22
บรรณานุกรม	23

ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียน

ให้นักเรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการด้วยกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่องไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่องประจุไฟฟ้า โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ชาติของไฟฟ้า วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุไฟฟ้าได้ โดยฝึกการใช้คำถามและทักษะการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้นักเรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดให้ได้ด้วยตนเอง การใช้เอกสารนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับ ดังนี้

1. นักเรียนอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และปฏิบัติอย่างเคร่งครัด
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเล่มที่ 1 ประจุไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ ตามความเข้าใจของนักเรียนโดยไม่ต้องกังวลกับผลคะแนนที่ได้รับ
4. นักเรียนทำใบงานที่ 1 โดยตอบคำถามข้อที่ 1
5. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า แล้วคำถามใบงานที่ 1 ข้อที่ 2
6. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยลดความสามารถของนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยประกอบด้วยสมาชิกที่มี
คนที่ 1 อ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมและอธิบายรายละเอียดให้เพื่อนรับทราบ
คนที่ 2 จัดเตรียมอุปกรณ์ และเป็นผู้ดำเนินการทำกิจกรรมและให้เพื่อนๆ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
คนที่ 3 จัดบันทึกและผลการทำกิจกรรม
คนที่ 4 วิเคราะห์ผลการทำกิจกรรมโดยการเป็นผู้นำและให้เพื่อน ๆ มีส่วนร่วมการวิเคราะห์ความคิดเห็น และการนำเสนอการแสดงทางวิทยาศาสตร์ จนได้ข้อสรุปที่สมาชิกสามารถยอมรับได้ สมาชิกทุกคนต้องทำความเข้าใจในผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานในรูปแบบคลิปวิดีโอการแสดงทางวิทยาศาสตร์
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กังหันไฟฟ้าสถิต ร่วมกันอภิปรายซักถามให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีการ ขั้นตอนและบทบาทของนักเรียนตลอดจนข้อข้องใจอื่นๆตามขั้นตอนของใบกิจกรรมที่ 1
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบความรู้ที่ 2 เรื่องประจุไฟฟ้า เพื่อนำความรู้จากใบกิจกรรมไปอธิบายในการแสดงทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันไฟฟ้าสถิต
9. แต่ละกลุ่มนำคลิปวิดีโอที่ได้จัดทำมานำเสนอให้กับกลุ่มอื่นได้รับชม
10. นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง สรุปความรู้ประจุไฟฟ้า
11. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เล่มที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

บทบาทของนักเรียน

1. บทบาทการทำชุดกิจกรรม

1.1. ขณะเรียน นักเรียนต้องปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับทุกขั้นตอนที่กำหนดให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม รับผิดชอบปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมายโดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติตามกิจกรรม ให้บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ หากมีขั้นตอนใดไม่เข้าใจให้สอบถามครู

1.2. นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองโดยอาศัยความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ควรเปิดดูคำตอบก่อนตอบคำถาม เมื่อตอบคำถามเสร็จให้นักเรียนเฉลยคำตอบ เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนทำถูกต้องหรือไม่ ถ้านักเรียนตอบถูกให้ศึกษากิจกรรมต่อไป ถ้านักเรียนทำไม่ถูกต้อง อย่ารีบร้อนเปลี่ยนคำตอบตามเฉลย การตอบผิดไม่เสียหายอะไร ให้ย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนยิ่งขึ้น แล้วกลับมาทำใบกิจกรรม หรือใบงาน อีกครั้ง

1.3 . นักเรียนต้องรักษาเวลาให้การทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้ทันเวลาที่กำหนด

1.4 . สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1 ประจุไฟฟ้า ครูประเมินผลงานนักเรียนจากใบบันทึกกิจกรรม และใบงาน

1.5 . นักเรียนประเมินตนเองโดยต้องพยายามตอบคำถามด้วยความตั้งใจ เพราะคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่ใช่ข้อสอบแต่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้

2. บทบาทของผู้นำกลุ่ม

2.1 ควบคุมดูแลการดำเนินกิจกรรมในกลุ่มให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดและไม่ส่งเสียงรบกวนผู้อื่น

2.2 เป็นผู้นำในการวางแผนการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่ม

2.3 รับผิดชอบกิจกรรมการเรียนรู้ แจกสมาชิกในกลุ่ม และเก็บส่งครูเมื่อใช้เสร็จแล้ว

2.4 เป็นผู้ประสานงานกับครูเมื่อพบปัญหาหรือข้อสงสัย

3.. บทบาทสมาชิกในกลุ่ม

3.1 ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ เพื่อให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด

3.2 ทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม ใบงาน และทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความตั้งใจ และเต็มความสามารถโดยไม่รบกวนเพื่อนในกลุ่ม

3.3 ในการทำงานนักเรียนสามารถปรึกษากันได้ ร่วมมือในการปฏิบัติตามกิจกรรมกลุ่ม และเสนอความคิดเห็นในการอภิปรายความรู้ได้อย่างเต็มที่

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

มฐ. ว 4.1.1 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

สาระที่ 8 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.4/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.4/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่น่าเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม.4/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทาย ให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

สาระสำคัญ

ไฟฟ้าสถิต เกิดจากการนำวัตถุสองชนิดมาถูกันทำให้เกิดประจุไฟฟ้าขึ้น การที่วัตถุสองชนิดที่นำมาถูกันแล้วเกิดมีอำนาจดูดของเบาๆ ได้นั้น เรียกว่า วัตถุทั้งสองต่างเกิดมีประจุไฟฟ้าขึ้น เมื่อวัตถุนั้นหมดอำนาจไฟฟ้าแล้ว เรียกว่า วัตถุนั้นเป็นกลาง

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวกและลบ อนุภาคที่เล็กที่สุดที่มีประจุลบ คือ อิเล็กตรอน และอนุภาคที่เล็กที่สุดที่มีประจุบวก คือ โปรตอน

แรงไฟฟ้า เป็นแรงระหว่างประจุไฟฟ้าสองประจุ ประจุชนิดเดียวกันผลักกัน และประจุต่างชนิดกันจะดึงดูดกัน ขานของแรงเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 บอกความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะและกระบวนการ

2.1 ทำกิจกรรมการทดลองเพื่อศึกษาชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้าได้

3. ด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

3.1 สนใจ ใฝ่รู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 มุ่งมั่นตั้งใจ และพยายามทำงานให้เสร็จทันเวลา

3.3 ซักถามเพื่อหาเหตุผล และหาคำตอบด้วยความสนใจ ใช้คำถามที่แสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาเหตุผล

3.4 ช่วยเหลือเพื่อนด้วยการสอน แนะนำ วิธีการปฏิบัติเพื่อให้เพื่อนได้เรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับตนด้วยความเต็มใจ

กระต่ายคำตอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1
เรื่อง ประจุไฟฟ้า
แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

กระต่ายคำตอบ
แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

☐ สอบผ่าน

☐ สอบตก



กระต่ายคำตอบ
แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

☐ สอบผ่าน

☐ สอบตก



หมายเหตุ สอบตกคือตั้งแต่ 0 - 4 คะแนน และ สอบผ่านคือตั้งแต่ 5 -10 คะแนน

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1
เรื่อง ประจุไฟฟ้า

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุด ให้นักเรียนทำลงบนข้อสอบ

1. เมื่อนำเอาผ้าขนสัตว์ถูกับแท่งแก้ว แท่งแก้วจะเป็นอย่างไร

ก. มีประจุไฟฟ้าบวก	ข. ขาดอิเล็กตรอน
ค. มีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง	ง. ดึงวัตถุเบาๆ ได้ดี

2. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก หมายถึงอะไร

ก. วัตถุที่มีอิเล็กตรอนมากกว่าปกติ	ข. นิวเคลียสมีประจุไฟฟ้าบวก
ข. ขาดอิเล็กตรอน	ง. อิเล็กตรอนมีประจุเป็นบวก

3. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
 - 1) วัตถุที่สามารถถ่ายเทประจุไฟฟ้าลบได้ดี
 - 2) วัตถุที่สามารถถ่ายเทประจุไฟฟ้าลบได้ยาก
 - 3) วัตถุที่สามารถถ่ายเทประจุบวกได้ดี
 ข้อความใด กล่าวถึงความหมายของตัวนำไฟฟ้า

ก. 1) และ 2)	ข. 1) และ 3)
ค. 1) และ 4)	ง. 1) เพียงข้อความเดียว

4. วัตถุที่สามารถทำให้เกิดประจุไฟฟ้าได้โดยการขัดสีได้เหมาะสมที่สุดต่อไปนี้คือ

ก. ฉนวน	ข. ตัวนำ
ค. โลหะ	ง. โลหะกึ่งตัวนำ

5. สิ่งที่ทำให้วัตถุมีอำนาจทางไฟฟ้าเกิดขึ้นคืออะไร

ก. โพรตอน	ข. นิวตรอน
ค. อิเล็กตรอน	ง. ประจุไฟฟ้า

6. เพราะเหตุใดเมื่อถูแท่งแก้วด้วยผ้าไหมแล้ว แท่งแก้วจึงมีประจุเป็นบวก

ก. โพรตอนจากผ้าไหมถ่ายเทไปยังแท่งแก้ว	
ข. ประจุเกิดการถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง	
ค. ประจุเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนกับอิเล็กตรอน	
ง. ประจุเกิดได้จากการถูเท่านั้น และมีประจุชนิดเดียวกัน	



7. แท่งแก้วจะมีประจุไฟฟ้าบวกเมื่อแท่งแก้วถูกับผ้าไหม การที่แท่งแก้วเกิดประจุไฟฟ้าเป็นบวกมีสาเหตุจากอะไร

- ก. ได้รับโปรตอน
- ข. ได้รับอิเล็กตรอน
- ค. สูญเสียอิเล็กตรอน
- ง. ได้รับทั้งโปรตอนและอิเล็กตรอน

8. ตัวนำทรงกลม A และ B มีขนาดเท่ากัน ถ้า A มีประจุ $+Q$ และ B เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำ A, B และกัน อิเล็กตรอนจะถ่ายเทเป็นอย่างไร

- ก. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก A ไป B
- ข. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก B ไป A
- ค. อิเล็กตรอนจาก A จะเคลื่อนที่ไปยัง B และอิเล็กตรอนจาก B จะเคลื่อนที่ไป A
- ง. ไม่สามารถสรุปได้

9. ถ้านำแท่งตัวนำที่มีประจุบวกมาแตะกับโลหะทรงกลมที่ไม่มีประจุ จำนวนอิเล็กตรอนบนแท่งตัวนำจะเป็นอย่างไร

- ก. บอกไม่ได้ว่าเพิ่มหรือลด
- ข. ลดลง
- ค. คงเดิม
- ง. เพิ่มขึ้น

10. ถ้าจับแท่งโลหะกับผ้าขนสัตว์ ผลที่เกิดขึ้นคือ (ถือว่าคนเป็นตัวนำและยืนเท้าเปล่าบนพื้น)

- ก. จะเกิดประจุอิสระบนแท่งโลหะและผ้าขนสัตว์
- ข. จะเกิดประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะไม่เกิดประจุบนผ้าขนสัตว์
- ค. จะไม่มีประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะเกิดประจุอิสระบนผ้าขนสัตว์
- ง. จะไม่เกิดประจุอิสระทั้งบนแท่งโลหะและบนผ้าขนสัตว์



ใบงานที่ 1

เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนบรรยายภาพต่อไปนี้ด้วยภาษาของตนเอง



ภาพที่ 1 ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า

ที่มา : <http://www.thaihealth.or.th/>

2. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้าแล้วสรุปสิ่งที่เกิดขึ้น



ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า

11

ฟ้า

ผ่า ฟ้าแลบและฟ้าร้องเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจำนวนมากระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างพื้นโลกกับก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดินเหมือนกับหลักการที่ว่าถ้าเอาวัตถุต่างชนิดมาถูกันจะเกิดอำนาจของไฟฟ้าขึ้นในวัตถุทั้งสองนั้น



เมื่อ 2500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชนพวกดิวตัน ที่อาศัยอยู่แถบฝั่งแฉมแลนด์ของทะเลบอลติก ในปรัสเซียตะวันออก ได้พบหินสีเหลืองชนิดหนึ่งซึ่งเมื่อถูกแสงอาทิตย์ก็จะมีประกายคล้ายทองคำ

คุณสมบัติพิเศษของมันคือเมื่อโยนลงในกองไฟมันจะสุกสว่างและติดไฟได้

เรียกกันว่า "อำพัน" ซึ่งเกิดจากการทับถมของยางไม้เป็นเวลานานๆ

อำพันถูกนำมาเป็นเครื่องประดับและหวี เมื่อนำแท่งอำพันมา

ถูด้วยขนสัตว์ จะเกิดประกายไฟขึ้นได้ และเมื่อหวีผมด้วยหวี

ที่ทำจากอำพันก็จะมีเสียงดังอย่างลึกลับ และหวีจะดูดเส้นผม

เหมือนว่าภายในอำพันมีแรงลึกลับอย่างหนึ่งซ่อนอยู่



600 ปีก่อนคริสต์ศักราชหรือราว ๆ สมัยพุทธกาลนั่นเอง

นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อธาลีสแห่งเมืองมิลีตุส

(Thales of Miletus) สังเกตว่าเมื่อเขาหยิบแท่งอำพัน

จากบนโต๊ะมาถูกับเสื้อคลุมซึ่งทำด้วยขนสัตว์ของเขา

แท่งอำพันย่อมจะมีประกายวาวกว่าเดิมเป็นธรรมดา

แต่เมื่อเขาวางแท่งอำพันไว้บนโต๊ะดังเดิมเศษวัสดุต่าง ๆ

เช่น เศษไม้เล็ก ๆ ต่างก็วิ่งเข้ามาเกาะแท่งอำพันนั้นได้เอง

เขาทดลองดูอีกหลายครั้งจึงแน่ใจว่านั่นเป็นความจริง

ไม่ใช่ภาพลวงตา ธาลีสเรียนรู้ว่าถ้าเอาอำพัน

ถูกับผ้าขนสัตว์แล้วแท่งอำพันจะดูดวัตถุเบา ๆ ได้

เวลาผ่านไปอีกประมาณ 2000 ปี



ต่อมา ดร.กิลเบิร์ต (Dr.Gilbert) เป็นคนแรกที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ให้กว้างขวางออกไป และพบว่าวัตถุอีกมากมายชนิด ที่เมื่อนำมาถูกันแล้ว ให้ผลเช่นเดียวกัน กิลเบิร์ต เรียกอำนาจที่ได้จากการ ขัดสีวัตถุดังกล่าวว่า "Electricity" โดยมาจากคำว่า Electron ที่ชาวกรีกเรียกอำพันนั่นเอง ซึ่งคำ electricity นี้ใช้กันมาจนถึงปัจจุบัน

การที่วัตถุสองชนิดที่นำมาถูกันแล้ว เกิดมีอำนาจดูดของเบาๆ ได้นั้น เรียกว่า วัตถุทั้งสองต่าง เกิดมีประจุไฟฟ้า (Charge) ขึ้น การกระทำที่ทำให้วัตถุเกิดมีสถานะไฟฟ้าขึ้น เรียกว่า การชาร์จ (Charge) วัตถุ หรือ Electrify วัตถุ เมื่อวัตถุนั้น หมดอำนาจไฟฟ้าแล้ว เรียกว่า วัตถุนั้นเป็นกลาง (Neutral)



ที่มา <http://www.rmutphysics.com/>

ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องหรือเป็นผลมาจากประจุไฟฟ้าซึ่งเรียกว่าไฟฟ้าสถิตมีอยู่มากมาย เช่น

- ฟาแลบ ฟาผ่า
- หลังจากหิวลม หวีสามารถดูดเศษกระดาษเล็กๆได้
- ประกายไฟขณะหิวลมหรือสวมเสื้อในฤดูหนาว
- หน้าจอโทรทัศน์จะดูดขนแขนเมื่อเข้าใกล้
- ตะแกรงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต(แวนเดอกราฟ) แล้วเส้นผมชี้ตั้ง

ตัวอย่างการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า

หากเราเคยถูกไฟช็อตหลังจากเดินผ่านพรมหนาๆ แล้วมาสัมผัสลูกบิดที่เป็นโลหะ แสดงว่าเราเคยสัมผัส ผลลัพธ์ที่เกิดจากไฟฟ้าสถิตมาแล้ว ไฟฟ้าสถิตทำให้ลูกโป่งติดค้างอยู่บนฝานั่งหลังจากนำมาถูกับเส้นผม

ฟิสิกส์รายสัปดาห์



ประจุไฟฟ้าบนลูกโป่งสามารถทำให้ปลายเส้นผมตั้งขึ้นได้

ที่มา <http://www.rmutphysics.com/>

อิเล็กตรอนในไฟฟ้าสถิตทำให้เกิดประจุไฟฟ้าหยุดนิ่งตัวอย่างเช่น เมื่อลูกโป่งเข้ากับเส้นผม อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่บนเส้นผมจะเปลี่ยนมาอยู่บนลูกโป่งแทน และทำให้วัตถุที่เสียอิเล็กตรอน (เส้นผมของเรา) กลายเป็นประจุบวก ในขณะที่ประจุบวกกับอิเล็กตรอน (ลูกโป่ง) กลายเป็นประจุลบ และดึงดูดกับประจุบวกที่อยู่บนผ้านั่งทำให้ลูกโป่งติดค้างอยู่ได้ ลักษณะเช่นเดียวกันนี้เกิดขึ้น เมื่อเราเดินผ่านพรมแล้วมาสัมผัสกับลูกบิดโลหะ อิเล็กตรอนที่เกาะกันอย่างหลวมๆ บนพรมจะกระโดดมาอยู่ที่ตัวของเราทำให้เกิดเป็นชั่วของไฟฟ้า แต่เราจะไม่ทราบจนกระทั่งได้สัมผัสกับลูกบิดประตูโลหะ เพราะ ประจุลบจากตัวเราจะวิ่งผ่านมือไปยังลูกบิดทำให้เรารู้สึกเหมือนโดนไฟฟ้าช็อตที่เกิดขึ้นด้วย

เห็นฟ้าแลบฟ้าผ่าและฟ้าร้องกันบ่อยๆโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้มนุษย์เกิดความอยากรู้อยากเห็นว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดสิ่งเหล่านี้ในยุคโบราณเชื่อว่าเกิดจากอำนาจของเทพเจ้า ไทยเราคิดว่าเป็นเพราะรามสูรขว้างขวานต่อมาเมื่อมนุษย์มีความรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น ทำให้ทราบว่าฟ้าแลบฟ้าผ่าเกิดจากการถ่ายโอนของประจุไฟฟ้าในบรรยากาศ

ในฤดูหนาวซึ่งมีอากาศแห้ง เมื่อหิวผมแล้วมาใกล้กับกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะพบว่าหวีสามารถดูดกระดาษได้ และถ้านำหวีนั้นมาใกล้กับผิวน้ำ จะพบว่าขนบนผิวน้ำถูกหวีดูดให้ตั้งขึ้นสำหรับผู้ที่อยู่ในภูมิภาคที่มีอากาศหนาวเย็น จะพบปรากฏการณ์ทำนองนี้ได้บ่อยครั้ง เพราะแม้แต่ดินแทรกผ่านเข้าไปในแถวเสื้อขนสัตว์ที่แขวนอยู่เรียงราย จะพบว่ามีการคายไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างเสื้อที่เราสวมใส่กับเสื้อขนสัตว์ที่แขวนอยู่

เบนจามิน แฟรงคลิน เป็นผู้พิสูจน์โดยใช้ว่าวเป็นเครื่องทดลองว่า มีประจุไฟฟ้าในเมฆ และฟ้าผ่า คือการถ่ายเทประจุไฟฟ้าเช่นเดียวกันกับการเกิดประกายไฟฟ้าและเบนจามิน เป็นผู้เริ่มทำสายล่อฟ้าเป็นคนแรก

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า

ชื่อกลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม

1. เลขที่ ม.6/ หน้าที่
2. เลขที่ ม.6/ หน้าที่
3. เลขที่ ม.6/ หน้าที่
4. เลขที่ ม.6/ หน้าที่

คำชี้แจง

ศึกษาและปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 1 ใช้เวลา 50 นาที

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาและทดลองชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและชนิดของประจุไฟฟ้า

ขั้นตอนการเรียนรู้

1. ให้แต่ละกลุ่มๆ ละ 4-5 คนเพื่อทดลอง เรื่อง กังหันไฟฟ้าสถิต และวางแผนการแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science show) ในลักษณะรูปแบบของคลิปวิดีโอ จากกิจกรรมกังหันไฟฟ้าสถิต เมื่อหมดชั่วโมงแล้วให้นำมาเสนอ



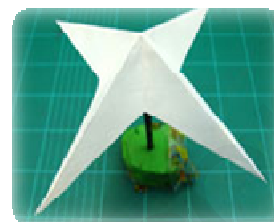
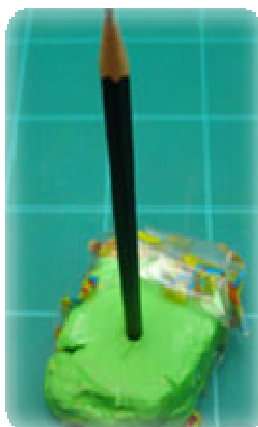
วัสดุและอุปกรณ์การทำกิจกรรม

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. กระดาษขนาด A4 - 1 แผ่น	1
2. กรรไกร	1
3. ลูกโป่ง	1
4. ดินสอ	1
5. ดินน้ำมัน	1



วิธีทำกิจกรรม

1. พับครึ่งกระดาษ A4 จำนวน 2 ครั้ง
2. ใช้กรรไกรตัดกระดาษที่พับแล้ว เป็นมุมแหลม เมื่อคลี่ออก จะได้เป็นรูปดาวสี่แฉก



3. ปักดินสอลงบนก้อนดินน้ำมัน ให้ปลายแหลมชี้ขึ้นข้างบน
4. วางดาวกระดาษบนปลายดินสอ เนื่องจากปลายดินสอมีพื้นที่น้อย จะมีแรงเสียดทานกับกระดาษน้อย ทำให้ดาวกระดาษสามารถหมุนไปรอบๆ ได้อย่างง่ายดาย
5. เป่าลูกโป่ง และใช้มือจับลูกโป่ง ภูเก็ต 5 ถึง 10 ครั้ง แล้วนำลูกโป่งมาหมุนรอบดาวกระดาษอย่างช้าๆ อย่าให้ลูกโป่งแตะดาวกระดาษ
6. บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

7. ศึกษาใบความรู้ที่ 2 และตอบคำถามดังต่อไปนี้

7.1 ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

7.2 แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง

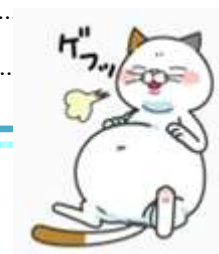
ตอบ.....

.....

7.3 ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด และมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

.....



8. แต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอการทดลองโดยใช้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการอัดคลิปวิดีโอ

8.1 รูปแบบการนำเสนอ

8.2 การวางแผนการแสดงทางวิทยาศาสตร์

8.3 เนื้อหาโดยย่อ

www.kroobannok.com



ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง ประจุไฟฟ้า

17

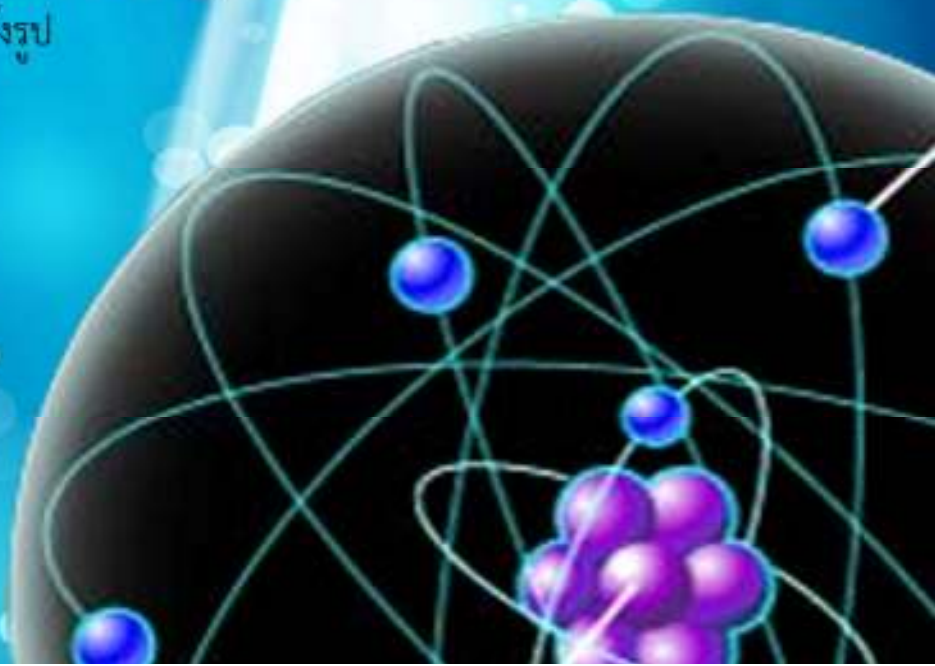
ประจุไฟฟ้า คือ การทำให้วัตถุเดิมซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าแสดงอำนาจไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือประจุไฟฟ้าบวก (+) และประจุไฟฟ้าลบ (-)

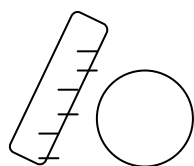
โครงสร้างของอะตอม

อะตอมเป็นแหล่งให้ประจุ อะตอมประกอบด้วย นิวเคลียสซึ่งมีประจุบวกเรียกว่า โปรตอนและอิเล็กตรอนซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าเรียกว่า นิวตรอนรวมอยู่ด้วยกัน ในนิวเคลียส รอบ ๆ นิวเคลียสจะมีอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเรียกว่า อิเล็กตรอนโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส โดยปกติอะตอมจะเป็นกลางคือมีประจุบวกและประจุลบเท่ากัน ดังเช่นอะตอมของคาร์บอนดังรูป

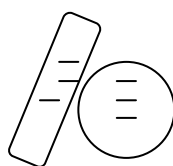


เราสามารถดึงเอาอิเล็กตรอนออกจากอะตอมได้โดยไม่ยากนัก เช่นการถูแท่งอำพันหรือแท่งพลาสติกกับผ้าขนสัตว์ จะทำให้อิเล็กตรอนบางส่วนหลุดออกจากผ้าขนสัตว์ไปอยู่ที่แท่งอำพันหรือแท่งพลาสติก ดังนั้นแท่งอำพันหรือแท่งพลาสติกก็จะมีอิเล็กตรอนเกินกว่าปกติจึงมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และเมื่อเอาแท่งประจุนี้ไปแตะโลหะจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนไปสู่โลหะ ทำให้โลหะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบด้วย ดังรูป

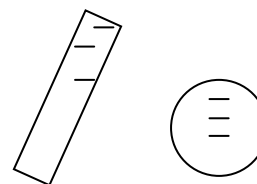




ก่อนถ่ายเท



ระหว่างถ่ายเท



หลังการถ่ายเท

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเอาแท่งแก้วมาถูกับผ้าไหมจะมีอิเล็กตรอนบางตัวหลุดออกจากอะตอมของแท่งแก้วไปอยู่ที่ผ้าไหม ดังนั้นแท่งแก้วก็จะมีประจุบวกและถ้าเอาแท่งแก้วไปแตะลูกบอลที่เป็นโลหะซึ่งเป็นกลางจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโลหะไปสู่แท่งแก้ว ทำให้โลหะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

จากการศึกษาโครงสร้างอะตอมเราพบว่าภายในอะตอมหนึ่ง ๆ ของธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญ 3 อย่างคือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีมวลและประจุไฟฟ้าดังนี้

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

จากข้อมูลในตารางพบว่าอิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีมวลสารน้อยที่สุด จึงเคลื่อนที่ได้ง่าย ซึ่งอิเล็กตรอนเบากว่าโปรตอนถึง 1,836 เท่า ดังนั้นการที่วัตถุใดแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอนไป วัตถุใดแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบแสดงว่าวัตถุนั้นรับอิเล็กตรอนเข้ามานั่นเอง

ใบงานที่ 2

สรุปความรู้เรื่องประจุไฟฟ้า

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับจากการศึกษา เรื่อง ประจุไฟฟ้า เป็นผังความคิดโทนี บูชาน



แบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1
เรื่อง ประจุไฟฟ้า

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุด ให้นักเรียนทำลงบนข้อสอบ

1. ตัวนำทรงกลม A และ B มีขนาดเท่ากัน ถ้า A มีประจุ $+Q$ และ B เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำ A, B และกัน อิเล็กตรอนจะถ่ายเทเป็นอย่างไร

- ก. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก A ไป B
- ข. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก B ไป A
- ค. อิเล็กตรอนจาก A จะเคลื่อนที่ไปยัง B และอิเล็กตรอนจาก B จะเคลื่อนที่ไป A
- ง. ไม่สามารถสรุปได้

2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) วัตถุที่สามารถถ่ายเทประจุไฟฟ้าลบได้ดี
 - 2) วัตถุที่สามารถถ่ายเทประจุไฟฟ้าลบได้ยาก
 - 3) วัตถุที่สามารถถ่ายเทประจุบวกได้ดี
- ข้อความใด กล่าวถึงความหมายของตัวนำไฟฟ้า

- ก. 1) และ 2)
- ข. 1) และ 3)
- ค. 1) และ 4)
- ง. 1) เพียงข้อความเดียว

3. ถ้าจับแท่งโลหะถูกับผ้าขนสัตว์ ผลที่เกิดขึ้นคือ (ถือว่าคนเป็นตัวนำและยืนเท้าเปล่าบนพื้น)

- ก. จะเกิดประจุอิสระบนแท่งโลหะและผ้าขนสัตว์
- ข. จะเกิดประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะไม่เกิดประจุบนผ้าขนสัตว์
- ค. จะไม่มีประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะเกิดประจุอิสระบนผ้าขนสัตว์
- ง. จะไม่เกิดประจุอิสระทั้งบนแท่งโลหะและบนผ้าขนสัตว์

4. เพราะเหตุใดเมื่อถูแท่งแก้วด้วยผ้าไหมแล้ว แท่งแก้วจึงมีประจุเป็นบวก

- ก. โปรตอนจากผ้าไหมถ่ายเทไปยังแท่งแก้ว
- ข. ประจุเกิดการถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง
- ค. ประจุเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนกับอิเล็กตรอน
- ง. ประจุเกิดได้จากการถูเท่านั้น และมีประจุชนิดเดียวกัน



5. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก หมายถึงอะไร

- ก. วัตถุที่มีอิเล็กตรอนมากกว่าปกติ
- ข. ขาดอิเล็กตรอน

- ข. นิวเคลียสมีประจุไฟฟ้าบวก
- ง. อิเล็กตรอนมีประจุเป็นบวก

6. แท่งแก้วจะมีประจุไฟฟ้าบวกเมื่อแท่งแก้วถูกับผ้าไหม การที่แท่งแก้วเกิดประจุไฟฟ้าเป็นบวกมีสาเหตุจากอะไร

- ก. ได้รับโปรตอน
- ค. สูญเสียอิเล็กตรอน

- ข. ได้รับอิเล็กตรอน
- ง. ได้รับทั้งโปรตอนและอิเล็กตรอน

7. วัตถุที่สามารถทำให้เกิดประจุไฟฟ้าได้โดยการขัดสีได้เหมาะสมที่สุดต่อไปนี้เป็น

- ก. ฉนวน
- ค. โลหะ

- ข. ตัวนำ
- ง. โลหะกึ่งตัวนำ

8. ถ้านำแท่งตัวนำที่มีประจุบวกมาแตะกับโลหะทรงกลมที่ไม่มีประจุ จำนวนอิเล็กตรอนบนแท่งตัวนำจะเป็นอย่างไร

- ก. บอกไม่ได้ว่าเพิ่มหรือลด
- ค. คงเดิม

- ข. ลดลง
- ง. เพิ่มขึ้น

9. เมื่อนำเอาผ้าขนสัตว์ถูกับแท่งแก้ว แท่งแก้วจะเป็นอย่างไร

- ก. มีประจุไฟฟ้าบวก
- ค. มีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง

- ข. ขาดอิเล็กตรอน
- ง. ดึงวัตถุเบาๆ ได้ดี

10. สิ่งที่ทำให้วัตถุมีอำนาจทางไฟฟ้าเกิดขึ้นคืออะไร

- ก. โปรตอน
- ค. อิเล็กตรอน

- ข. นิวตรอน
- ง. ประจุไฟฟ้า



เฉลยแบบทดสอบ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1
เรื่อง ประจุไฟฟ้า

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1

- | | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|----|---|-----|---|
| 1. | ก | 2. | ข | 3. | ง | 4. | ก | 5. | ค |
| 6. | ข | 7. | ก | 8. | ค | 9. | ง | 10. | ค |

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1

- | | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|----|---|-----|---|
| 1. | ค | 2. | ง | 3. | ค | 4. | ข | 5. | ข |
| 6. | ก | 7. | ข | 8. | ง | 9. | ก | 10. | ค |

บรรณานุกรม

กิริติ ลีวัจนกุลและ วลัยรัตน์ ลีวัจนกุล (2548). ตะลุยโจทย์ใหม่ ฟิสิกส์ ม.6. กรุงเทพมหานคร : เอ.พี. ดิไซน์และการพิมพ์.

ช่วง ทมทิตชงค์ และคณะ. (2551). Hi-ED's Physics ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 . กรุงเทพมหานคร : เทพพิทักษ์การพิมพ์.

จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2550). สุดยอดเทคนิคฟิสิกส์ Pure...Pure เล่ม 2 (ม.5). กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.พัฒนา.

นิรันดร์ สุวรัตน์. (2552). คู่มือสาระพื้นฐานและเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.พัฒนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สสส. ลาดพร้าว.



www.kroobannok.com