

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์ ๕

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เล่ม ๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

คู่มือ
ครู





คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ ๕

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เล่ม ๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 978-974-01-9845-1

พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง ๓,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๕๔

องค์การค้ำของ สกสค. จัดพิมพ์จำหน่าย

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศสำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน
วิทยาศาสตร์ ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เล่ม ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้พิจารณาแล้ว
อนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ ธันวาคม ๒๕๕๔

(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้พัฒนาหลักสูตร หนังสือเรียน คู่มือครู และสื่ออื่นๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนและวิธีการเรียนรู้ ให้เป็นไปตามหลักการและจุดมุ่งหมาย ของหลักสูตร

คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เล่ม ๑ นี้ จัดทำขึ้นตามมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ที่เป็นหลักการพื้นฐานที่จำเป็น มีกิจกรรมการเรียนรู้ ที่หลากหลายส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถสรุปผลได้องค์ความรู้ที่ผ่านการสำรวจ ตรวจสอบอย่างรอบคอบ มีข้อมูลอ้างอิงที่ทันสมัย ถูกต้อง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษากลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคล และหน่วยงานอื่นๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

๑๕ ธันวาคม ๒๕๕๔

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำเนินการจัดทำหนังสือเรียนและคู่มือครูตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ และรายวิชาเพิ่มเติม โดยเฉพาะรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 นี้ เป็นการพัฒนาเนื้อหาที่เน้นองค์ความรู้เกี่ยวกับแรงต่างๆ และผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ งาน กำลัง พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดเป็นเป้าหมายสำหรับนักเรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาทั้งด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการคิด การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งต่อตนเอง ต่อสังคมและต่อประเทศ ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม

คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 สสวท. ได้พัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้เป็นคู่มือครูคู่กับหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ภายในคู่มือครูประกอบด้วยโครงสร้างหลักสูตร แนวความคิดต่อเนื่อง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในหนังสือเรียน ซึ่งจะเป็นอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถสรุปผลได้องค์ความรู้ที่ผ่านการสำรวจตรวจสอบอย่างรอบคอบ มีข้อมูลอ้างอิงที่ทันสมัย ถูกต้องในการจัดทำคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 เล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ นักวิชาการ คณาจารย์ และครูผู้สอนจากสถาบันการศึกษาต่างๆ จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอน ซึ่งช่วยให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง



(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

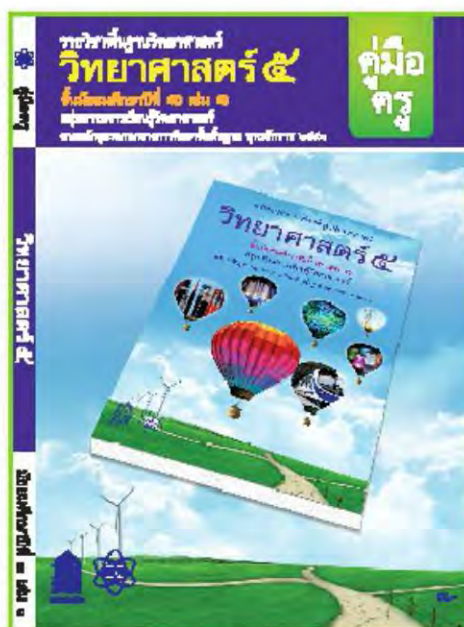
สารบัญ

ข้อแนะนำการใช้คู่มือครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	1 ก
ส่วนประกอบของคู่มือครู	2 ก
เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์	8 ก
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	9 ก
คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	11 ก
โครงสร้างหลักสูตร	12 ก
คำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	13 ก
หน่วยการเรียนรู้	14 ก
ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้และแนวความคิดต่อเนื่อง	15 ก
บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่	1
1.1 ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	3
1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา	15
1.3 แรงพยุง	21
1.4 แรงเสียดทาน	24
1.5 โมเมนต์ของแรง	33
บทที่ 2 งานและพลังงาน	55
2.1 งาน	56
2.2 กำลัง	61
2.3 พลังงานกล	63
2.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน	68
บทที่ 3 พลังงานไฟฟ้า	75
3.1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	76
3.2 วงจรไฟฟ้าในบ้าน	89
3.3 พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	101
3.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	104

ข้อเสนอแนะการใช้คู่มือครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ สถานศึกษาควรจัดหาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อ อุปกรณ์ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่	หนังสือเรียน	คู่มือครู	วัสดุอุปกรณ์และสื่อ	
			วัสดุและอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน	สื่อโปสเตอร์ สื่อดิจิทัล
1	วิทยาศาสตร์ 1	คู่มือวิทยาศาสตร์ 1	ดังรายการที่ปรากฏอยู่ ท้ายเล่มของคู่มือครูแต่ละเล่ม	
	วิทยาศาสตร์ 2	คู่มือวิทยาศาสตร์ 2		
2	วิทยาศาสตร์ 3	คู่มือวิทยาศาสตร์ 3		
	วิทยาศาสตร์ 4	คู่มือวิทยาศาสตร์ 4		
3	วิทยาศาสตร์ 5	คู่มือวิทยาศาสตร์ 5		
	วิทยาศาสตร์ 6	คู่มือวิทยาศาสตร์ 6		



หนังสือเรียนและคู่มือครู วิทยาศาสตร์ 5 สสวท.

ส่วนประกอบของคู่มือครู

คู่มือครุทายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้นำเสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ที่มุ่งเน้นทั้งความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาต่างๆ ตามหนังสือเรียนของ สสวท. มุ่งเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเทคนิควิธีสอนในรูปแบบต่างๆ ไว้หลากหลายกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในการนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ สัมพันธ์กับองค์ความรู้ที่ผ่าน ให้เห็นความสำคัญ คุณค่า และการนำความรู้ และทักษะต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง และสังคมมากขึ้น ซึ่งภายในคู่มือครุทายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้นำเสนอส่วนต่างๆ ไว้ ดังนี้

ส่วนที่ 1 แสคงสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในส่วนนี้นำเสนอเรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์ สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคุณภาพของ
ผู้เรียนที่จบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

[illegible]

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 แสดงโครงสร้างหลักสูตร

ในส่วนนี้จะนำเสนอโครงสร้างหลักสูตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้ครูผู้สอนได้ทราบถึงจำนวน ชั่วโมง จำนวนหน่วยกิต ซึ่งได้นำเสนอไว้เป็นรายปี แบ่งเป็น 2 ภาคเรียน คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ ของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โครงสร้างหลักสูตร	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	
สาขาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวม 300 ชั่วโมง จำนวน 9 หน่วยกิต (ปีละ 45 หน่วยกิต 4.5)	
1. สาขาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 1 รวม 80 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์) ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 2 รวม 80 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
2. สาขาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 3 รวม 80 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์) ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 4 รวม 80 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
3. สาขาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 5 รวม 80 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์) ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 6 รวม 80 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)

โครงสร้างหลักสูตร

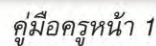
ส่วนที่ 3 แสดงแนวความคิดต่อเนื่อง

ในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีเนื้อหาสาระใน บทเรียนที่นำเสนอในแต่ละเรื่อง มีลำดับแนวความคิดต่อเนื่องอย่างไร ตรงกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง โดยของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

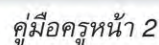
ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้และแนวความคิดต่อเนื่อง			
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1			
บท	เรื่อง	ตัวชี้วัด	แนวความคิดต่อเนื่อง
1. มคอ. 1.1 มคอ. 1.2 มคอ. 1.3 มคอ. 1.4 มคอ. 1.5	การเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่	1.1 การเคลื่อนที่ 1.2 การเคลื่อนที่ 1.3 การเคลื่อนที่ 1.4 การเคลื่อนที่ 1.5 การเคลื่อนที่	1. การเคลื่อนที่ 2. การเคลื่อนที่ 3. การเคลื่อนที่ 4. การเคลื่อนที่ 5. การเคลื่อนที่

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและแนวความคิดต่อเนื่อง

ในหน้าแรกของแต่ละบทเรียนจะแสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา และแนวความคิดหลักของแต่ละบทเรียน ดังนี้



แสดงเวลารวมแต่ละหัวข้อในแต่ละบทเรียน



เมื่อนักเรียนผ่านกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละบทเรียน แล้ว นักเรียนควรมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาตามแนวความคิดหลัก ดังที่นำเสนอไว้



หัวข้อย่อยในบทเรียน

หัวข้อเดียวกับหนังสือเรียนของ สสวท.

ภาพหนังสือเรียน

ภาพที่ตัดจากหนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับสาระของคู่มือครูในหัวข้อนี้

คำสำคัญ

แสดงคำที่สำคัญของแต่ละหัวข้อย่อย ที่แสดงให้ครูรู้ว่าเมื่อนักเรียนเรียนจบหัวข้อนั้นแล้ว นักเรียนควรจะเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในคำต่างๆ เหล่านั้น และสามารถอธิบายได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อย่อย

เวลา

เวลาที่ใช้ในแต่ละหัวข้อย่อย แสดงไว้โดยประมาณ เพื่อเป็นแนวทางเท่านั้น ครูอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

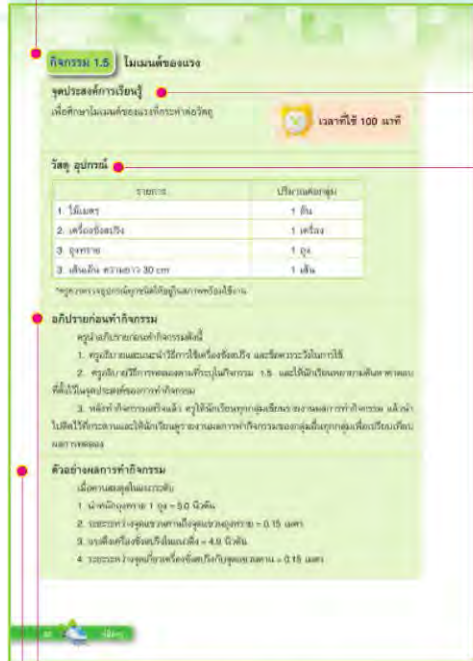
แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อย่อยจะมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ สามารถสรุปองค์ความรู้ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล สามารถขยายความรู้และเชื่อมโยงความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้และสร้างลักษณะนิสัยที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนอย่างยั่งยืน

คู่มือครูหน้า 31

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ในคู่มือครูจะนำเสนอตามบทเรียนเป็นลำดับ เช่น กิจกรรม 1.5 หมายถึง กิจกรรมของบทที่ 1 ลำดับที่ 5 ชื่อของกิจกรรมในคู่มือครูจะตรงกับชื่อของกิจกรรมในหนังสือเรียน



จุดประสงค์ของกิจกรรม

เป็นการนำเสนอให้ครูทราบว่าเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะมีความรู้ความสามารถอย่างไรบ้าง

วัสดุ อุปกรณ์

แต่ละกิจกรรมจะถูกกำหนดไว้ เพื่อครูจะได้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ในที่นี้แสดงรายการสื่ออุปกรณ์ไว้เป็นจำนวนต่อ 1 กลุ่มของนักเรียนที่มีประมาณ 5 - 6 คน ซึ่งครูผู้สอนอาจประยุกต์ใช้สื่ออุปกรณ์ตามความเหมาะสม

คู่มือครูหน้า 32

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

เป็นการนำเสนอวิธีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ การทำกิจกรรม ข้อจำกัดของการทำกิจกรรม รวมทั้ง ทำความเข้าใจเกี่ยวกับภาระงานที่สำคัญ ของกิจกรรมนั้นๆ

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

เป็นการนำเสนอตัวอย่างของผลการทำกิจกรรม เพื่อให้ครูเห็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูไม่ควรบอกผลการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทราบ ควรเน้นให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรม ผลที่ได้รับอาจไม่ตรงกับตัวอย่างที่ให้ไว้ หรืออาจไม่ถูกต้อง แต่ควรเน้นให้นักเรียนหาเหตุผลมาอธิบาย หรือหาข้อผิดพลาดจากการทำกิจกรรมนั้นๆ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงหรือแก้ไขต่อไป

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

นำเสนอตัวอย่างการอธิบายผลที่ได้จากการ
ทำกิจกรรม และตัวอย่างการนำผลที่ได้จากการทำ
กิจกรรมมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นลำดับ
ขั้นตอนทางการคิดวิเคราะห์ โดยใช้แนวคำถามท้าย
กิจกรรมเป็นแนวทาง

คำถามท้ายกิจกรรมหรือหลังการทำกิจกรรม

เป็นคำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ นำไปสู่การอภิปรายและลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ตามแนวความคิดหลักที่นำเสนอไว้

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู นอกเหนือจากหนังสือเรียนเพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจและทบทวนในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาสาระส่วนนี้ครูไม่ควรนำไปประเมินผลการเรียนรู้นักเรียน



คู่มือครูหน้า 33



เฉลยคำถามในหนังสือเรียน

นำเสนอแนวทางการตอบคำถามที่มีอยู่ในหนังสือ
เรียนในหัวข้อนี้ๆ

คู่มือครูหน้า 39

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

- **สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต** สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ
- **ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม** สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ
- **สารและสมบัติของสาร** สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร
- **แรงและการเคลื่อนที่** ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน
- **พลังงาน** พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- **กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก** โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ
- **ดาราศาสตร์และอวกาศ** วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

- มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต
- มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

- มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

- มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม
- มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
- แสดงถึงความซื่อสัตย์ ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

โครงสร้างหลักสูตร
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รวม 360 ชั่วโมง จำนวน 9 หน่วยกิต จัดเป็นรายปี ดังนี้

1. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 1 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 2 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
2. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 3 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 4 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
3. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 5 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)
ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 6 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)

คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์ ๕

รายวิชาพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภาคเรียนที่ ๑

เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ความเร่ง ผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อวัตถุ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา แรงพยางของของเหลว แรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงและแนวโค้ง งานและพลังงาน พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ การเปลี่ยนรูปพลังงาน กฎการอนุรักษ์พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

ว ๔.๑ ม.๓/๑, ม.๓/๒, ม.๓/๓

ว ๔.๒ ม.๓/๑, ม.๓/๒, ม.๓/๓

ว ๕.๑ ม.๓/๑, ม.๓/๒, ม.๓/๓, ม.๓/๔, ม.๓/๕

รวมทั้งหมด...๑๑... ตัวชี้วัด

หน่วยการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์ 5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ : 3 หน่วย

เวลา 60 ชั่วโมง

บทเรียนที่	ชื่อหน่วยและหัวข้อการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	แรงและการเคลื่อนที่ - ผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อวัตถุ - แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา - แรงพยุ่ง - แรงเสียดทาน - โมเมนต์ของแรง	25 ชั่วโมง
2	งานและพลังงาน - งาน - กำลัง - พลังงานกล - กฎการอนุรักษ์พลังงาน	10 ชั่วโมง
3	พลังงานไฟฟ้า - วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น - วงจรไฟฟ้าในบ้าน - พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า - วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	25 ชั่วโมง

ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้และแนวความคิดค่อเนื่อง

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1

ข้อบเรียน	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	แนวความคิดต่อเนื่อง
1. แรงและการเคลื่อนที่	1.1 ผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อวัตถุ	- อธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ - ทดลองและอธิบายแรง	- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนแปลงเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งซึ่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ทุกแรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาโต้ตอบด้วยขนาดของแรงเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม	1. วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง หมายถึง วัตถุที่เคลื่อนที่โดยมีการเปลี่ยนความเร็ว ความเร่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วย เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
	1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา	กิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ด้วยความรู้เรื่องแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไปใช้อธิบาย เช่น การชกเย่อ การจุดบั้งไฟ	2. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นมีความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์
	1.3 แรงฟุ้ง	- ทดลองและอธิบายแรงฟุ้งของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ	- แรงฟุ้ง คือ แรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุ	3. ถ้าออกแรงลากวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นระดับที่มีความฝืด ขนาดของแรงเสียดทานต่อการเคลื่อนที่ตำแหน่งของวัตถุบนพื้นระดับ ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัสและแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉาก
	1.4 แรงเสียดทาน	- ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ของเหลวที่มีความหนืดมากจะมีแรงฟุ้งมาก - วัตถุที่ลอยได้ในของเหลวจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว	4. โมเมนต์ของแรงเป็นผลของแรงต่อการหมุน โมเมนต์ของแรงมีขนาดเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปยังฉากกับแนวแรง มีหน่วย นิวตัน เมตร โดยทิศทางการหมุนมีสองแบบ คือ ทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา
	1.5 โมเมนต์ของแรง	- ทดลองและวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ - สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวตรง และแนวโค้ง	- แรงเสียดทานสถิตเป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะหยุดนิ่ง ส่วนแรงเสียดทานจลน์เป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะเคลื่อนที่ - การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น การออกแบบพื้นรองเท้าเพื่อกันลื่น - การลดแรงเสียดทาน เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ จุดหมุน	5. วัตถุจะอยู่ในสมดุลของการหมุน เมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกามีขนาดเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา 6. หลักการของโมเมนต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ในเรือคายัค ไม่กระดก เครื่องซังสองแขนการลีมของวัตถุ 7. เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ทำให้เกิดงานของแรง ซึ่งหาได้จากผลคูณของขนาด

ข้อบทเรียน	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	แนวความคิดต่อเนื่อง
2. งานและพลังงาน	2.1 งาน	- อธิบายงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการหมุน - การวิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ - การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ทำการเคลื่อนที่ในแนวตรง เช่น การตกแบบเสรี และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง เช่น การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ของลูกบาสเกตบอลในอากาศ - การเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุที่ผูกเชือกแล้วแกว่ง เป็นต้น	ของแรงกับระยะทางที่อยู่ในแนวเดียวกับแรงที่กระทำ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วย จูล 8. กำลัง คือ อัตราการทำงานหรืองานในหนึ่งหน่วยเวลา กำลังเป็นปริมาณ สเกลาร์ มีหน่วย วัตต์ 9. พลังงาน คือ ปริมาณที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการจะทำงาน หรือ ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือสถานะ พลังงานมีหลายรูป เช่น พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานไฟฟ้า พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานมีหน่วย จูล 10. พลังงานจลน์ คือพลังงานของวัตถุเนื่องจากการเคลื่อนที่ พลังงานศักย์ คือพลังงานของวัตถุเนื่องจากตำแหน่ง
	2.2 กำลัง			
	2.3 พลังงานกล			
	2.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน			
			- การให้งานแก่วัตถุเป็นการถ่ายโอนพลังงานให้วัตถุ พลังงานนี้เป็นพลังงานกลซึ่งประกอบไปด้วยพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุขณะวัตถุเคลื่อนที่ ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก - กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่า พลังงานรวมของวัตถุไม่สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ - การนำกฎการอนุรักษ์พลังงานไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายปรากฏการณ์ เช่น พลังงานน้ำเหนือเขื่อนเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์, ปั่นจักรยานแล้วเพิ่ม	1. พลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ พลังงานของวัตถุเมื่ออยู่ในสนามโน้มถ่วง ซึ่งขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น คือ พลังงานของวัตถุที่มีการยืดหรือหดตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะที่ยืดหรือหด เช่น ขดลวดสปริงหรือยางยืด 2. พลังงานกลของวัตถุ คือ ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ 3. กฎการอนุรักษ์พลังงานกล กล่าวว่า พลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวเสมอ 4. วัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงและไม่มีแรงอื่นมากระทำ พลังงานกลของวัตถุจะมีค่าคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

ข้อบกพร่อง	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	แนวความคิดต่อเนื่อง
3. พลังงานไฟฟ้า	3.1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	- ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและความต้านทานมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม - การนำกฎของโอห์มไปใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย - การคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดค่าไฟฟ้าและเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้าน	1. ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะผ่านจากขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสู่วงจรภายนอกไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
	3.2 วงจรไฟฟ้าในบ้านและกำลังไฟฟ้า	- คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- การคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดค่าไฟฟ้าและเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้าน	2. ความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดในวงจรไฟฟ้าเป็นค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ มีหน่วย โวลต์
	3.3 พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า	- สืบเสาะและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด	- การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านต้องออกแบบวงจรติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง โดยการต่อสวิตช์แบบอนุกรม ต่อเข้ากับแบบขนาน และเพื่อความปลอดภัยต้องต่อสายดินและฟิวส์ รวมทั้งต้องคำนึงถึงการใช้อุปกรณ์อย่างประหยัด	3. กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เป็นค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ มีหน่วย แอมแปร์
	3.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	- อธิบายตัวต้านทาน ไดโอด ทราานซิสเตอร์ และหลอดต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์	- ทดสอบและอธิบายการทำงานของตัวต้านทาน ไดโอด ทราานซิสเตอร์ มีสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน ตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าผ่านไดโอดมีสมบัติให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ทิศทางเดียวและทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดวงจร	4. ความต่างศักย์คร่อมตัวนำไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำนั้น โดยค่าคงตัวการแปรผันคือ ความต้านทาน ซึ่งความต้านทานมีหน่วย โอห์ม
				5. กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วย วัตต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่าของกำลังไฟฟ้าและความต่างศักย์กำกับไว้
				6. ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนในประเทศไทยเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์
				7. แหล่งพลังงานธรรมชาติที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้ามีทั้งแหล่งพลังงานที่มีจำกัดและแหล่งพลังงานหมุนเวียน
				8. พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปได้ เช่น เปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน หรือ แสง
				9. ค่าไฟฟ้าส่วนหนึ่งคิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งหาได้จากผลคูณของกำลังไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ และเวลาในหน่วยชั่วโมง โดยวัดเป็น หน่วยหรือ ยูนิต

ข้อบกพร่อง	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	แนวความคิดต่อเนื่อง
				10. การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันต้องใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด (B3.17) 11. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุปกรณ์ที่อยู่วงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ควบคุมรูปแบบของกระแสไฟฟ้าในวงจร ตัวอย่างของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ทรานซิสเตอร์ ไดโอด และตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ เป็นต้น

บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและอธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
2. ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. ทดลองและอธิบายแรงพยางของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ
4. ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิต กับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
5. ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์ของแรง
6. วิเคราะห์และคำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ

ใช้



จุดประสงค์การเรียนรู้

- ทดลองและอธิบายความเร่งและผลลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
- ทดลองและอธิบายแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- ทดลองและอธิบายแรงพยางของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ
- ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิต กับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์ของแรง
- วิเคราะห์และคำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ
- สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ไปใช้ประโยชน์

หนังสือเรียนหน้า 1 - 36



- 1.1 ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
- 1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา
- 1.3 แรงพยาง
- 1.4 แรงเสียดทาน
- 1.5 โมเมนต์ของแรง

- 8 ชั่วโมง
- 3 ชั่วโมง
- 3 ชั่วโมง
- 4 ชั่วโมง
- 3 ชั่วโมง

รวมเวลา
ที่ใช้
ในบทนี้



แนวความคิดหลัก

แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง ผลรวมของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในเวลาเดียวกันเรียกว่า แรงลัพธ์ ผลของแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด เวลา อัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรงเป็นการเคลื่อนที่ที่ทิศทางของความเร็วและความเร่งอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบโปรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ที่ทิศทางของความเร็วอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่ ส่วนความเร่งมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็นการเคลื่อนที่ที่ทิศทางของความเร็วอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับวงกลม และทิศทางของความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลมเรียกว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง

เมื่อมีวัตถุสองก้อน ออกแรงกระทำต่อกัน แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่ออีกวัตถุหนึ่งเรียกว่า แรงกิริยา และวัตถุที่ถูกกระทำจะออกแรงกระทำโต้ตอบ ซึ่งเรียกว่า แรงปฏิกิริยา แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาเป็นแรงที่เกิดขึ้นพร้อมกัน มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน

เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวหรือแก๊ส จะมีแรงดันเนื่องจากของเหลวหรือแก๊สกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทาง แต่ทิศทางของแรงลัพธ์มีทิศขึ้นในแนวตั้ง เพื่อด้านการจม เรียกแรงนี้ว่า แรงพยุง ขนาดของแรงพยุงหาได้โดยใช้หลักอาร์คิมิดีส

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่บนผิววัตถุใด จะเกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ระหว่างผิวสัมผัส กระทำต่อวัตถุ เรียกแรงดังกล่าวว่าแรงเสียดทาน แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุในขณะที่วัตถุอยู่นิ่งเรียกว่าแรงเสียดทานสถิต ส่วนแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ แรงเสียดทานเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน กิจกรรมบางอย่าง หรือเครื่องมือเครื่องใช้บางชนิดใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทาน อาจจะต้องมีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อให้เกิดประโยชน์ตามต้องการ

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ อาจจะทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุน โดยผลคูณของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนถึงเส้นตั้งฉากกับแนวแรงเรียกว่า โมเมนต์ของแรง โมเมนต์ของแรงอาจทำให้วัตถุเกิดการหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกาการอบจุดหมุน ถ้าผลรวมของขนาดของโมเมนต์ของแรงที่ทำให้เกิดการหมุนทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของขนาดของโมเมนต์ของแรงที่ทำให้เกิดการหมุนตามเข็มนาฬิกา วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน





1.1 ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้สังเกต คิด วิเคราะห์ สืบค้น ทดลอง รวบรวมข้อมูล อภิปรายและสรุป เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและอธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ



เวลาที่ใช้ 8 ชั่วโมง



หนังสือเรียนหน้า 2



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการอภิปราย ในประเด็นต่างๆ เช่น ชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ด้วยการเดิน วิ่ง หรือโดยสารยานพาหนะต่างๆ เช่น รถจักรยาน รถยนต์ รถไฟหรือรถไฟฟ้า หรือจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของสิ่งต่างๆ รอบตัว เช่น วัตถุตก ฟองสบู่ลอย ใบไม้ร่วง นกบิน เป็นต้น

ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาภาพ 1.1 และ 1.2 ในหนังสือเรียนแล้วครูอาจตั้งคำถามดังนี้

สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพ 1.1 ภาพ 1.2 เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ วัตถุในภาพ 1.1 อยู่นิ่ง วัตถุในภาพ 1.2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

สภาพการเคลื่อนที่ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์อย่างไร

แนวคำตอบ วัตถุในภาพ 1.1 อยู่นิ่งมีแรงลัพธ์ที่เท่ากับศูนย์มากระทำ ส่วนวัตถุในภาพ 1.2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์



การทำงานเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่



3

ครูทบทวนความรู้เดิมว่าถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะคงสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือวัตถุจะคงสภาพนิ่ง หรือคงสภาพการเคลื่อนที่ตลอดไป ซึ่งเป็นตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน วัตถุจะหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตลอดไป เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เท่ากับศูนย์ ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท ข้อ 1

ต่อจากนั้นครูเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยถามนักเรียนดังนี้

? ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เท่ากับศูนย์ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 1.1

ครูควรเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเคาะสัญญาณเวลา หม้อแปลงโวลต์ต่ำ 4 - 6 โวลต์ แถบ กระดาษ กระดาษคาร์บอน กระดาษขาว (หรือลวดเสียบกระดาษ) ถูทราย

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทดลองและอธิบายวิธีการหาความเร็วของวัตถุ ด้วยเครื่องเคาะสัญญาณเวลาและบอกได้ว่า ในการตกของวัตถุ เมื่อวัตถุตกอย่างอิสระ วัตถุจะเคลื่อนที่ โดยมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หรือมีความเร่งนั่นเอง

กิจกรรม 1.1 การศึกษาความเร็วในการตกของวัตถุ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ อธิบายความเร็วของวัตถุที่ตกในแนวตั้งด้วยเครื่องเคาะ สัญญาณเวลา



เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1 เครื่อง
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ 4 - 6 โวลต์	1 เครื่อง
3. แถบกระดาษ	2 - 3 แผ่น
4. กระดาษคาร์บอน	1 แผ่น
5. กระดาษขาว (หรือลวดเสียบกระดาษ)	1 ม้วน
6. ถูทราย	1 ถู

*ครูควรตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพปลอดภัยและพร้อมใช้งาน



การอภิปรายก่อนการทดลอง

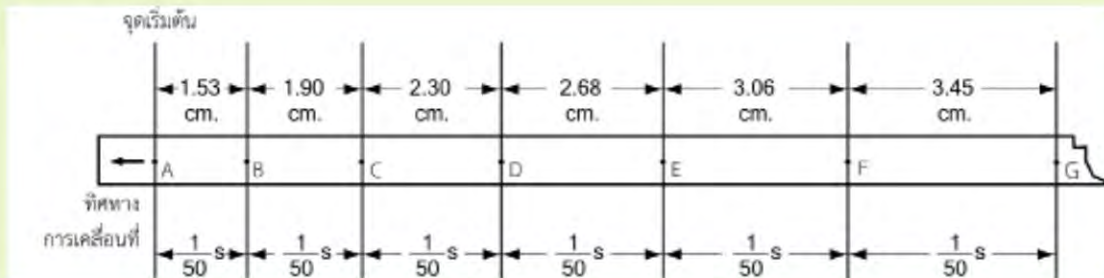
1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ การต่อสายไฟฟ้า เครื่องเคาะสัญญาณเวลา แถบกระดาษ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
2. ครูอธิบายการทำงานของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาว่า มีการเคาะ 50 ครั้ง ในเวลา 1 วินาที ใน 1 วินาที จึงเกิดจุดบนแถบกระดาษ 50 ช่วงจุด แต่ละ 1 ช่วงจุดใช้เวลา $\frac{1}{50}$ วินาที ระยะห่างระหว่างช่วงจุดเป็นระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์สภาพ การเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 1.1 และให้นักเรียนพยายามค้นหา คำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
4. ครูแนะนำการวางเครื่องเคาะสัญญาณเวลา โดยให้ช่องสอดแถบกระดาษอยู่ใน แนวตั้งดังภาพในหนังสือเรียน ขณะที่ทำการทดลองต้องยึดเครื่องเคาะสัญญาณเวลาให้อยู่กับ ที่โดยใช้มือยึด หรือใช้อุปกรณ์สำหรับยึดรูปตัว C (C-clamp)
5. ในการยึดถุงทรายให้ติดกับปลายแถบกระดาษให้สอดปลายแถบกระดาษเข้าในห่วง ถุงทราย แล้วใช้กระดาษขาวหรือลวดเสียบกระดาษหนีบกระดาษให้ติดกับห่วงถุงทราย
6. ควรจับกระดาษให้ตรงและให้แถบกระดาษอยู่ในแนวตั้ง ทดลองปล่อยถุงทราย เปิดสวิตช์ เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงานแล้วปล่อยถุงทรายให้ตกอย่างอิสระจนกว่าตกกระทบพื้น
7. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ ของหม้อแปลงโวลต์ต่ำให้เครื่องทำงาน และย้ำให้นักเรียนใช้สวิตช์ของหม้อแปลงโวลต์ต่ำเพื่อ ปิด-เปิดวงจร โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน
8. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนวิเคราะห์รายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่น ทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง



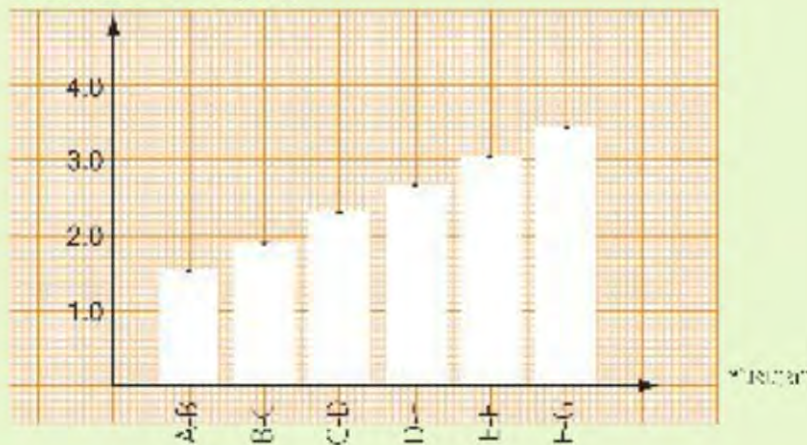


ความเร็ว ณ จุดต่างๆ บนแถบกระดาษ

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



ความเร็วบนแถบกระดาษ (cm.)



อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้



ระยะทางระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ระยะทางระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่า วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ



ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วง เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงมีขนาดยาวขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

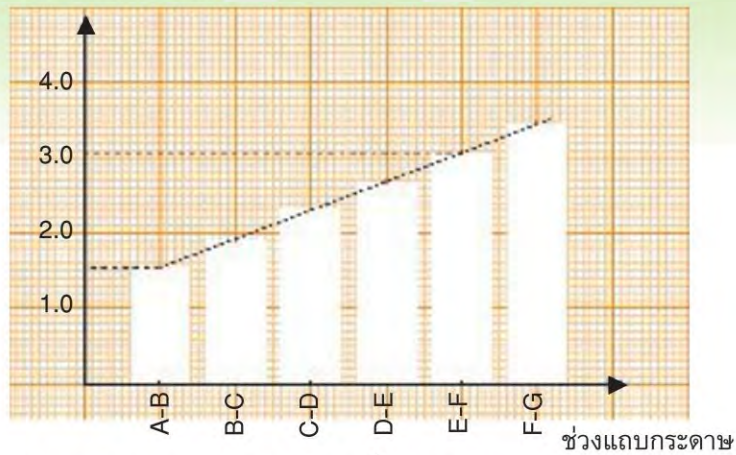


ถ้าตัดแถบกระดาษครึ่งละ 2 ช่วงจุด แถบกระดาษที่ได้มีลักษณะเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร

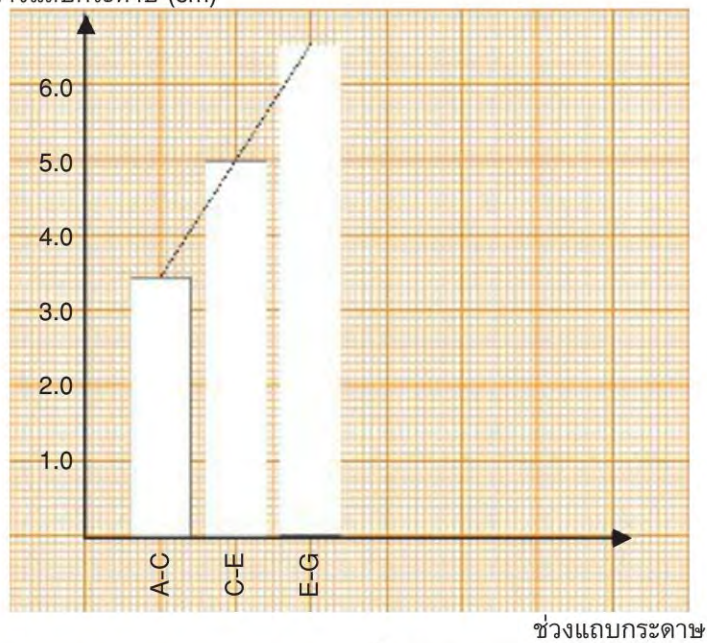
แนวคำตอบ ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอเหมือนกัน แต่ อัตราการเพิ่มต่างกัน โดยระยะห่างระหว่าง 2 ช่วงจุดจะเพิ่มขึ้น



ความยาวแถบกระดาษ (cm)



ภาพ ความยาวของแถบกระดาษครั้งละ 1 ช่วงจุด กับเวลา 1 ช่วง
ความยาวแถบกระดาษ (cm)



ภาพ ความยาวของแถบกระดาษครั้งละ 2 ช่วงจุด กับเวลา 2 ช่วง

สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งควรจะสรุปได้ว่า วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวตั้ง เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

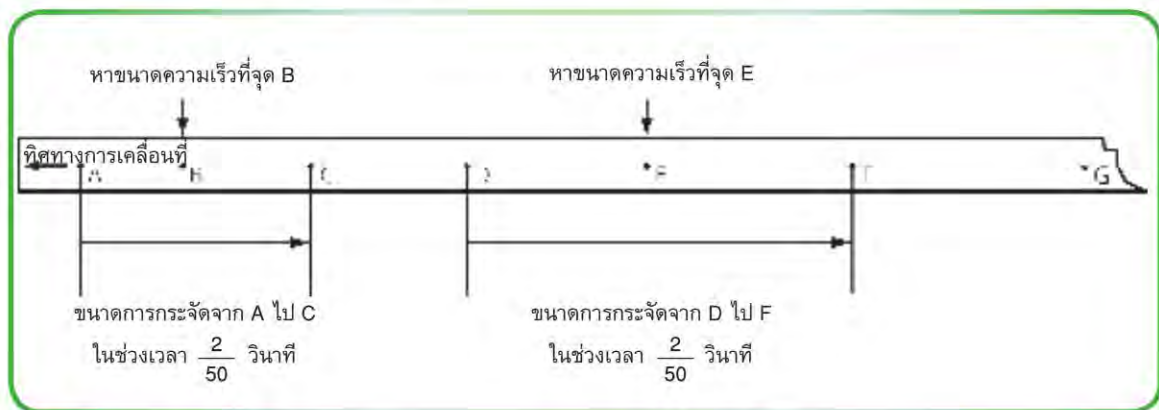
การขยายความรู้

ครูนำอภิปรายเพื่อขยายความรู้จากการทดลองในประเด็นต่างๆ เช่น ถ้าวัตถุที่มีมวลต่างกัน ตกจากระดับความสูงเดียวกัน จะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ อย่างไร



ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การหาอัตราเร็วเฉลี่ย หรือขนาดของความเร็วเฉลี่ย
ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันใช้ข้อมูลจากแถบกระดาษหาความเร็วเฉลี่ย (จากจุดเริ่มต้น 6
ช่วงจุด) ของถ่วงทรายจากการทดลอง

ครูเปิดประเด็นขยายแนวคิด จากการหาขนาดความเร็วเฉลี่ยระหว่างหลายช่วงจุดบนแถบ
กระดาษหลายช่วงจุด เข้ามาสู่การหาขนาดความเร็วเฉลี่ยใน 2 ช่วงจุด เพื่อหาความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง
เช่น การหาความเร็วที่จุด B หรือ จุด E ดังภาพ



ครูแสดงวิธีการคำนวณหาความเร็วที่จุด B และ E ตามตัวอย่างในหนังสือเรียน จากนั้นครูและ
นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหาความเร็วขณะหนึ่งดังนี้

การหาความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งหรือความเร็วขณะหนึ่ง จากข้อมูลบนแถบกระดาษเป็นการ
หาความเร็วเฉลี่ยในช่วงสั้นๆ ในที่นี้ถือว่าความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา $\frac{2}{50}$ วินาที เป็นช่วงเวลาที่สั้น
เพียงพอที่จะอนุมานได้ว่า ความเร็วเฉลี่ยระหว่างวินาทีที่ 0 ถึงวินาทีที่ $\frac{2}{50}$ เป็นความเร็วขณะหนึ่ง
ณ วินาทีที่ $\frac{1}{50}$ ส่วนความเร็วขณะหนึ่งในสองช่วงเวลาอื่นๆ สามารถดำเนินการในทำนองเดียวกัน

จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อ 2 ถึง ข้อ 8 (เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง)

ความเร่ง

ครูนำเข้าสู่เรื่องความเร่ง โดยใช้ข้อมูลตัวเลขของนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จากนั้นยกตัวอย่าง
การหาขนาดความเร็วเฉลี่ยที่เปลี่ยนไป ระหว่างจุด B และจุด E ครูชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงขนาด
ความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุด B และจุด E เกิดขึ้นในช่วงเวลา $\frac{3}{50}$ วินาที

ครูให้ความรู้ว่าอัตราส่วนระหว่างขนาดของความเร็วที่เปลี่ยนไปกับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่า
ความเร่ง การที่ถ่วงทรายเคลื่อนที่ลงมาโดยมีความเร่งประมาณ 10 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ทิศทางตั้ง
ลงมา ความเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงลัพธ์เสมอ

ครูถามนักเรียนเพิ่มเติมดังนี้

นักเรียนคิดว่า ความเร่ง ควรจะมีนิยามว่าอย่างไร ควรจะเป็นปริมาณเวกเตอร์ หรือ ปริมาณสเกลาร์

แนวคำตอบ ความเร่ง หมายถึง ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนไปต่อหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็วที่เปลี่ยนไป ความเร่งจึง เป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง

ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรม 1.1 เพิ่มเติม ดังนี้

จากการทดลองถ่วงทรายของนักเรียนตกสู่พื้นโลกด้วยความเร่งเท่าไร ในทิศทางใด

แนวคำตอบ ประมาณ 10 เมตร/วินาทีกำลังสอง มีทิศชี้ลงในแนวดิ่งเสมอ

นักเรียนคิดว่าในการตกของถ่วงทราย มีแรงอะไรบ้างที่กระทำต่อถ่วงทราย

แนวคำตอบ แรงโน้มถ่วงของโลก และแรงต้านอากาศ ดังภาพ 1.5 ในหนังสือเรียน

จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อ 9

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ วัตถุจะตกลงสู่พื้นด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งมีค่าประมาณ 9.8 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณ อาจจะให้นักเรียนใช้ ค่าโดยประมาณ 10 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ได้

ผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจจะคลาดเคลื่อนเนื่องจากแถบกระดาษมีความยืด หรือเข็มเครื่องเคาะสัญญาณเวลาเกิดการกระแทกบนแถบกระดาษ

ความรู้เพิ่มเติมตามกรอบในหนังสือหน้า 8

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) มวล (m) และน้ำหนัก (W) โดยเน้นให้เห็นว่า มวลเป็นสมบัติเฉพาะของวัตถุมีค่าคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงตามสถานที่ แต่น้ำหนักของวัตถุจะขึ้นอยู่กับสถานที่หรือตำแหน่งที่วัตถุอยู่ เช่น ถ้าวัตถุอยู่บนโลกจะมีน้ำหนักต่างกับ วัตถุเดียวกันนี้ที่อยู่บนดวงจันทร์ เพราะค่าความเร่งอันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์มีค่า ไม่เท่ากับค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

มวลของวัตถุและขนาดของน้ำหนักของวัตถุมีความสัมพันธ์กันตามสมการ

$$\vec{W} = m\vec{g}$$



ครูให้ตารางต่อไปนี้ประกอบการอธิบายค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงบนผิวของดาวเคราะห์ต่างๆ

ตาราง ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ผิวของดาวเคราะห์ต่างๆ

ดวงดาว	ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (m/s^2)
โลก	9.81
ดวงจันทร์	1.63
ดาวอังคาร	2.93
ดาวพฤหัสบดี	25.3

การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่ง (ใช้เวลา 1 ชั่วโมง)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนดังนี้

? ถ้าโยนลูกบอลขึ้นในแนวดิ่ง ลูกบอลจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง

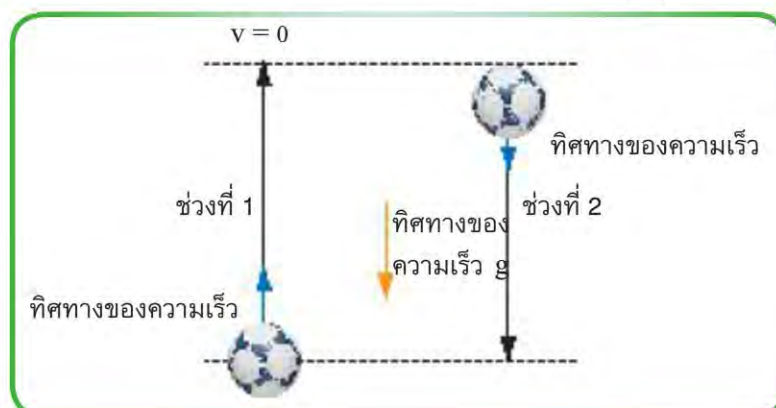
แนวคำตอบ ถ้าพิจารณาช่วงการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 ลูกบอลเคลื่อนที่ขึ้น หลังจากที่ถูกโยนหลุดจากมือ (ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ) แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อลูกบอลมีทิศทางลงซึ่งตรงข้ามกับทิศทางความเร็ว ลูกบอลจึงเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อยๆ จนมีความเร็วเป็นศูนย์เมื่อเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด

ในช่วงที่ 2 ลูกบอลเคลื่อนที่ลง ทิศทางของแรงโน้มถ่วงของโลกกับทิศทางของความเร็ว มีทิศทางลงเหมือนกัน ลูกบอลจึงตกลงมาด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น จนกระทบพื้น ดังภาพ

? ความเร่งของลูกบอลขณะเคลื่อนที่ขึ้นและขณะเคลื่อนที่ลงเท่ากันหรือไม่

แนวคำตอบ ความเร่งของลูกบอลขณะเคลื่อนที่ขึ้นและเคลื่อนที่ลงมีค่าเท่ากัน เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 9.8 เมตร/วินาทีกำลังสอง และความเร่งดังกล่าวมีทิศเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลกเสมอ





นักเรียนคิดว่า วัตถุที่เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง แต่ละระดับความสูง มีความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงจากโลกเท่ากันหรือไม่

แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน

จากนั้นครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับแรงลัพธ์ และเส้นทางการเคลื่อนที่โดยใช้คำถามต่อไปนี้

ถ้าพิจารณาเส้นทางการเคลื่อนที่ของอุตุทรายมีเส้นทางเป็นแบบใดหรือแนวใด

แนวคำตอบ เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงตามแนวดิ่ง

จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของอุตุทราย นักเรียนคิดว่าปริมาณใดมีผลต่อการเคลื่อนที่บ้าง

แนวคำตอบ ระยะทาง เวลา ความเร็ว ความเร่ง แรงโน้มถ่วงของโลก และแรงต้านอากาศ

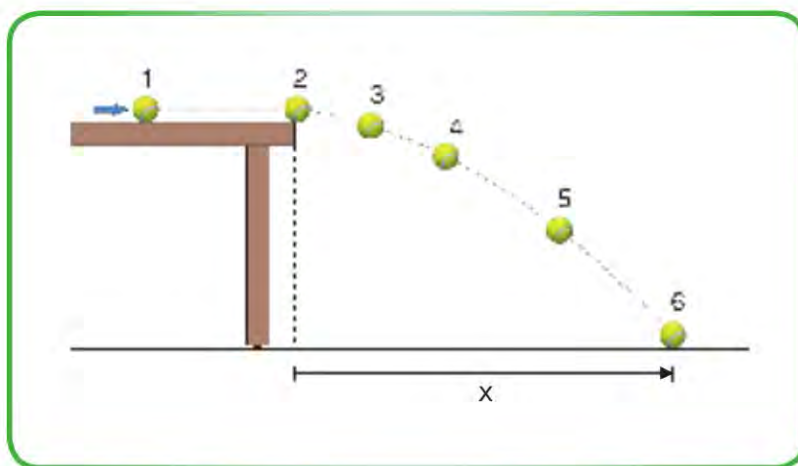
ปริมาณใดมีผลต่อเส้นทางการเคลื่อนที่ของอุตุทราย

แนวคำตอบ แรงลัพธ์ ระหว่างแรงโน้มถ่วงของโลก และแรงต้านอากาศ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุนอกจากจะทำให้วัตถุมีความเร่งแล้ว แรงที่กระทำยังมีผลต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุอีกด้วย

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ใช้เวลา 2 ชั่วโมง)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกบอลที่ตีตอออกไปในแนวระดับจากพื้นโต๊ะ โดยครูสาธิต หรือให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตีลูกบอล สังเกตเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกบอล และวาดภาพประกอบ



ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย ภายหลังจากการสาธิตและเขียนแผนภาพ โดยใช้คำถามดังนี้

? เส้นทางเคลื่อนที่ของลูกบอลมีลักษณะเป็นแบบใด

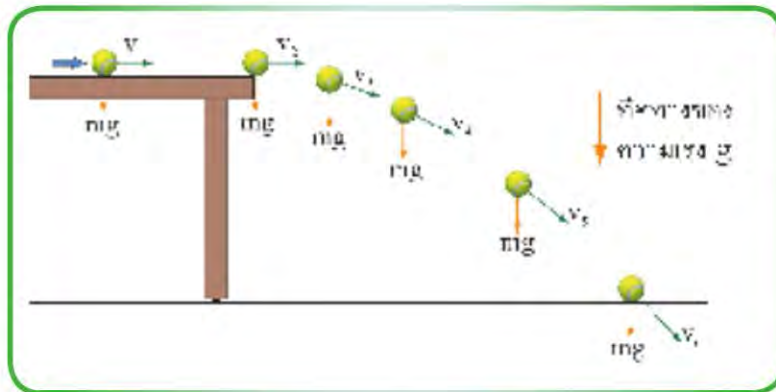
แนวคำตอบ การเคลื่อนที่ของลูกบอลมีลักษณะเป็นแนวโค้ง และตกกระทบพื้นห่างจากขาโต๊ะ

? การเพิ่มหรือลดขนาดแรงดึงดูด ส่งผลต่อระยะห่างระหว่างแนวขอบโต๊ะบนพื้นถึงจุดตกของลูกบอล (ระยะ x ดังภาพ) หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ถ้าเพิ่มขนาดแรงดึงดูด ระยะห่างระหว่างแนวขอบโต๊ะบนพื้นถึงจุดตกของลูกบอล (ระยะ x) จะเพิ่มขึ้น ถ้าลดขนาดแรงดึงดูด ระยะห่างระหว่างแนวขอบโต๊ะบนพื้นถึงจุดตกของลูกบอล (ระยะ x) จะลดลง

? จงเขียนเวกเตอร์ของความเร็วของลูกบอลและแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อลูกบอลที่ตำแหน่งต่างๆ

แนวคำตอบ



ครูถามนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คำถามต่อไปนี้

? ถ้าไม่มีแรงโน้มถ่วงของโลก ลูกบอลจะเคลื่อนที่อย่างไร

แนวคำตอบ เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระดับ

? หลังจากที่ถูกบอลเคลื่อนที่หลุดจากขอบโต๊ะแล้ว จะมีแรงในแนวระดับกระทำต่อลูกบอลหรือไม่

แนวคำตอบ แรงจะส่งผลกับวัตถุในช่วงที่ผู้ออกแรงกระทำสัมผัสกับวัตถุเท่านั้น หลังจากที่ถูกบอลเคลื่อนที่หลุดจากขอบโต๊ะแล้ว ไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุในแนวระดับ ลูกบอลจึงไม่มีความเร่งในแนวระดับ

? หลังจากที่ถูกบอลเคลื่อนที่หลุดจากขอบโต๊ะแล้ว จะมีแรงในแนวตั้งกระทำต่อลูกบอลหรือไม่

แนวคำตอบ มีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อลูกบอลในทิศทางลงในแนวตั้ง

? เมื่อมีแรงกระทำต่อลูกบอลในแนวเดียว เหตุใดลูกบอลจึงเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง

แนวคำตอบ เนื่องจากวัตถุมีความเร็วเริ่มต้นในแนวระดับ และแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเป็นศูนย์ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว (ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน) ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศส่วนในแนวดิ่ง วัตถุมีแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หรือมีความเร่ง (ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน) จะพบว่า วัตถุมีการเคลื่อนที่ทั้งแนวระดับและแนวดิ่งในเวลาเดียวกัน แนวการเคลื่อนที่รวมจึงเป็นแนวโค้ง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

? ยกตัวอย่างกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

แนวคำตอบ ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ได้แก่

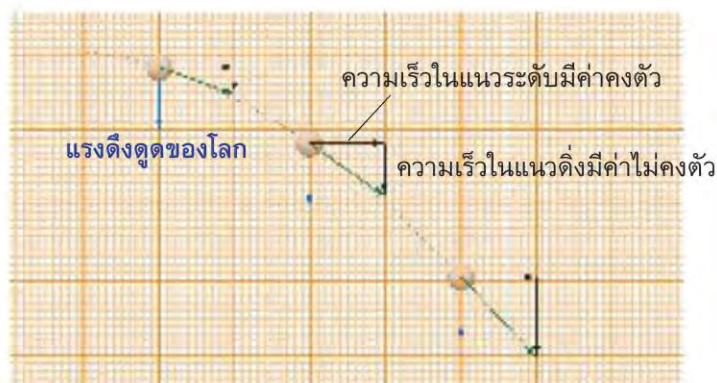
กิจกรรมยิงจรวดขวดน้ำ

การโยน-รับของ เช่นการโยนยางลบให้เพื่อน

กีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล ฟุตบอล กระโดดไกล เป็นต้น

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

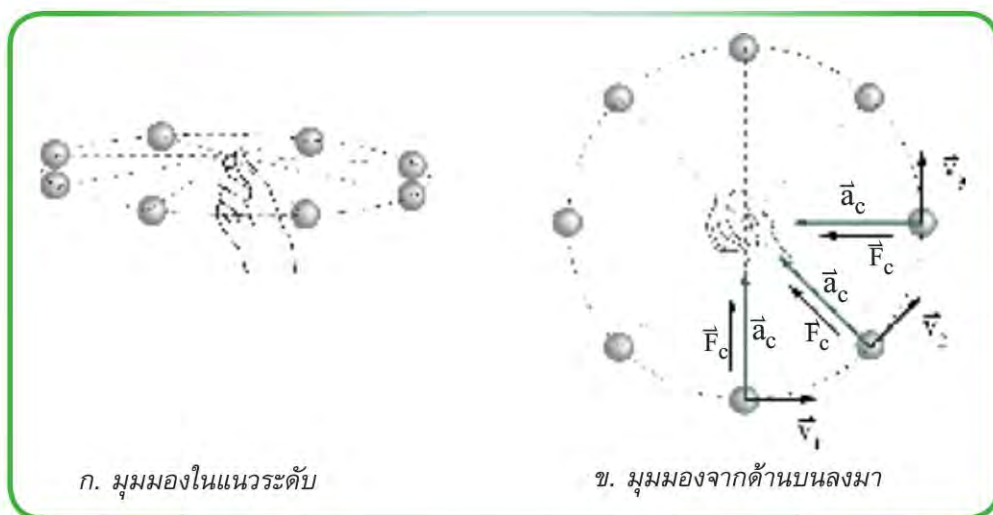
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็ว 2 แนว พร้อมๆ กัน คือ แนวระดับและแนวดิ่ง ในแนวระดับความเร็วคงตัว ในแนวดิ่งความเร็วไม่คงตัวและเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เพราะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ตามแนวของความเร็วลัพธ์ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งดังภาพ



2. ครูแนะนำให้นักเรียนเข้าชมเว็บไซต์ที่นำเสนอเรื่องโพรเจกไทล์ในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว สืบค้นจากอินเทอร์เน็ตโดยใช้คำสืบค้นเช่น projectile motion ครูอาจให้นักเรียนนำผลการสืบค้นมา นำเสนอในห้องเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อ 10

การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว (ใช้เวลา 2 ชั่วโมง)

ครูนำเข้าสู่การเคลื่อนที่แนววงกลม โดยการสาธิตการเหวี่ยงลูกยาง ให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับ ให้นักเรียนสังเกตแนวการเคลื่อนที่ของลูกยาง แนวเส้นเชือก และทิศทางของความเร็วของลูกยาง ตามภาพ 1.7 ในหนังสือเรียน



ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย โดยใช้คำถามในหนังสือเรียน ดังนี้

? ถ้าเหวี่ยงลูกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว จะมีความเร่งในแนวระดับเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ เนื่องจากแรงดึงเชือกกระทำต่อลูกยางในแนวระดับมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลาง แรงสู่ศูนย์กลางนี้ทำให้ลูกยางมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางของความเร็วของลูกยางอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ การเปลี่ยนทิศทางโดยไม่มีการเปลี่ยนขนาด ถือว่าความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่ามีความเร่งเกิดขึ้นตลอดเวลาและมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลางตามทิศของแรงลัพธ์ในแนวระดับ ซึ่งมีทิศสู่ศูนย์กลาง



ยกตัวอย่างกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แนวคำตอบ ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลม

กิจกรรม - การเคลื่อนที่ของรถไถ่ถาง

- การเคลื่อนที่ของม้าหมุน

- การเคลื่อนที่ของชิงช้าสวรรค์

- การเคลื่อนที่ของรถไฟดีเซลในสวนสนุก

กีฬา

- การขว้างจักร (ขณะนักกีฬาหมุนตัวเหวี่ยงจักร)

- การแข่งรถ (บนทางโค้ง)

เครื่องมือ - เครื่องกลเติมอากาศ

- ส่วนมือหมุน

- เครื่องทำให้ตกตะกอนโดยการเหวี่ยง

- แป้นวางเครื่องดินเผา ขณะขึ้นรูปปั้น

จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อ 11



1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ นักเรียนได้
สังเกต คิด วิเคราะห์ สืบค้น ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและ
แรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา
ระหว่างวัตถุและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

นักเรียนเคยเล่นลูกโป่งไหม? ลูกโป่งที่เป่าจนพองแล้วปล่อยมือไป ลูกโป่งจะวิ่งไปมาอย่างอิสระ เพราะลมที่เป่าเข้าไปในลูกโป่งจะดันลูกโป่งไปมาอย่างอิสระ

กิจกรรม 1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

1. ใช้เส้นเชือกยาวประมาณ 1 เมตร ผูกปลายทั้งสองข้างเข้ากับไม้ปลายแหลม (เช่น ปลายไม้จิ้มฟัน) แล้วดึงให้ตึง
2. ใช้มือซ้ายขึงเชือกไว้ที่ปลายไม้ปลายแหลมด้านซ้าย และใช้มือขวาขึงเชือกไว้ที่ปลายไม้ปลายแหลมด้านขวา
3. ใช้มือขวาดึงเชือกด้านขวาให้ตึง แล้วปล่อยมือขวา แล้วสังเกตว่าเชือกด้านซ้ายจะเคลื่อนที่อย่างไร
4. ใช้มือซ้ายดึงเชือกด้านซ้ายให้ตึง แล้วปล่อยมือซ้าย แล้วสังเกตว่าเชือกด้านขวาจะเคลื่อนที่อย่างไร

จากกิจกรรมนี้ นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า เมื่อเราดึงเชือกด้านหนึ่ง เชือกด้านอีกด้านหนึ่งจะเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม

แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม (เช่น ถ้าเราดึงเชือกด้านซ้าย เชือกด้านขวาจะดึงกลับ) แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเสมอ

หนังสือเรียนหน้า 12



แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่

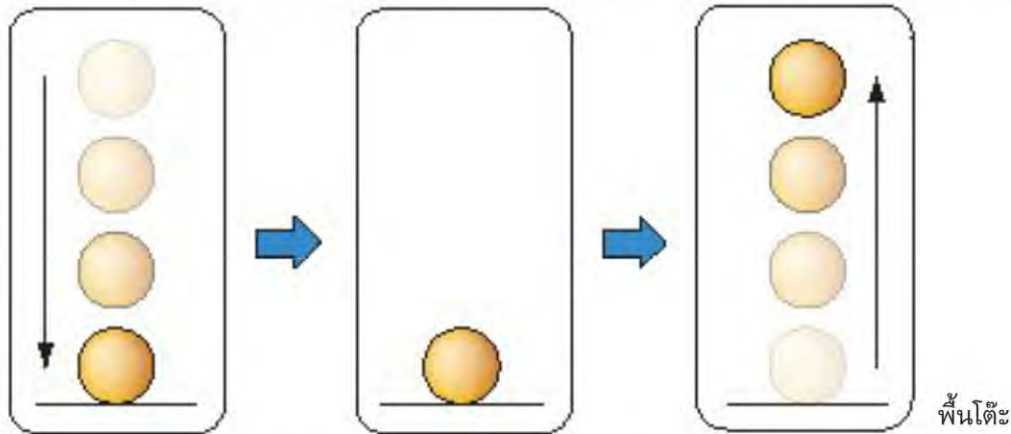


15



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดย การปล่อยลูกปิงปองหรือลูกบอลเหนือพื้นโต๊ะให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกปิงปองก่อนกระทบพื้นโต๊ะและหลังจากกระทบพื้นโต๊ะ เขียนภาพแสดงการเคลื่อนที่



ครูให้ตัวแทนนักเรียนบรรยายการเคลื่อนที่ของลูกปิงปอง

แนวคำตอบ ลูกปิงปองตกกระทบพื้นแล้วกระดอนขึ้นในแนวตั้ง

ครูเปิดประเด็นถามนักเรียนดังนี้

นักเรียนคิดว่า ในการเคลื่อนที่ของลูกปิงปองขณะกระทบพื้น มีแรงอะไรเกิดขึ้นบ้าง

แนวคำตอบ มีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อลูกปิงปอง แรงต้านของอากาศ แรงที่ลูกปิงปองกระทำต่อพื้น และแรงที่พื้นกระทำต่อลูกปิงปอง

ครูอธิบายว่า แรงที่ลูกปิงปองกระทำต่อพื้น เรียกว่า แรงกิริยา และแรงที่พื้นกระทำต่อลูกปิงปอง เรียกว่า แรงปฏิกิริยา

ครูถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม 1.2 ดังนี้

นักเรียนคิดว่า แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ ครูให้นักเรียนศึกษาการวัดขนาดและหาทิศทางของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา จากกิจกรรม 1.2

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อลูกปิงปอง และแรงที่พื้นกระทำต่อลูกปิงปองไม่เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เพราะแรงทั้งคู่ไม่ได้กระทำต่อกันโดยตรง



กิจกรรม 1.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมนี้แล้ว ควรจะสามารถ ทดลองและอธิบายลักษณะของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

เครื่องชั่งสปริง 2 อัน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูแนะนำการจับและการอ่านค่าบนเครื่องชั่งสปริง ในการใช้งานให้จับที่ห่วงโลหะ ไม่จับบนตัวเครื่องชั่งสปริง และอธิบายข้อควรระวังในการใช้เครื่องชั่งสปริง
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 1.2 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
3. ครูควรเน้นว่า ขณะที่อ่านค่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริง ควรจัดให้สปริงทั้งสองอยู่หนึ่งในแนวระดับ
4. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

รายการ	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง (N)	
	เครื่องชั่ง 1	เครื่องชั่ง 2
มือซ้ายออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง	5	5
มือขวาออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง	8	8
มือขวาและมือซ้ายออกแรงพร้อมกัน	9	9



อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? จากการทดลอง ในการออกแรงดึงแต่ละครั้ง ขนาดและทิศทางของแรงทั้งสอง เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ขนาดของแรงกิริยาเท่ากับขนาดของแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีทิศทางตรงข้ามและเกิดบนวัตถุคนละก้อน

? จากการทดลองในข้อ 2 3 และ 4 ให้ระบุว่า แรงใดเป็นแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา

แนวคำตอบ

(ก) เมื่อมือซ้ายออกแรงดึง แรงที่เกิดขึ้นเป็นแรงกิริยา ดังนั้น แรงที่เกิดขึ้นบนเครื่องชั่งสปริงในมือขวาก็เป็นแรงปฏิกิริยา

(ข) เมื่อมือขวาออกแรงดึง แรงที่เกิดขึ้นเป็นแรงกิริยา ดังนั้นแรงที่เกิดขึ้นบนเครื่องชั่งสปริงในมือซ้ายจึงเป็นแรงปฏิกิริยา

(ค) การออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงพร้อมกัน แรงที่เกิดขึ้นบนเครื่องชั่งแต่ละอันอาจเป็นแรงกิริยาหรือแรงปฏิกิริยาได้ทั้งคู่ ถ้าแรงหนึ่งเป็นแรงกิริยา อีกแรงหนึ่งก็เป็นแรงปฏิกิริยา

สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้

แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม แรงทั้งสองเกิดขึ้นพร้อมกันและเกิดบนวัตถุคนละก้อน

การขยายความรู้



แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา

ครูนำอภิปรายเพื่อขยายความรู้จากการทดลองโดย ครูสาธิตการดึงถุงทราย หรืออาจใช้สถานการณ์ในภาพ 1.8 ในหนังสือเรียน และอภิปรายร่วมกับนักเรียน โดยถามนักเรียนดังนี้

นักเรียนคิดว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เกิดขึ้นในกรณีที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่หรือไม่

แนวคำตอบ แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทั้งในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและกำลังเคลื่อนที่

ครูแนะนำการเขียนแผนภาพเวกเตอร์แทนแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา ดังภาพ 1.9 และอภิปรายร่วมกับนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้

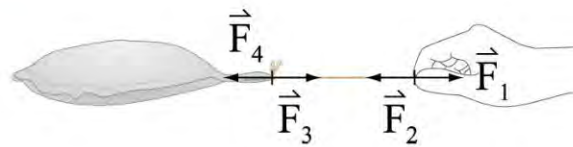


? ถ้าใช้เชือกเส้นเล็กๆ ที่มีมวลน้อยมาก ผูกติดถุงทราย แล้วออกแรงดึงให้ถุงทรายเคลื่อนที่บนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน ดังภาพ



ก. จงเขียนเวกเตอร์ของแรงทุกแรงเฉพาะในแนวระดับ ในภาพที่กำหนดให้

แนวคำตอบ



กำหนดให้ F_1 เป็นแรงที่มือดึงเชือก F_3 เป็นแรงที่เชือกดึงถุงทราย
 F_2 เป็นแรงที่เชือกดึงมือ F_4 เป็นแรงที่ถุงทรายดึงเชือก

ข. จงระบุแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา และให้เหตุผลประกอบ

แนวคำตอบ

F_1 กับ F_2 เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เนื่องจากมีขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้าม เกิดขึ้นระหว่างเชือกกับมือ

F_3 กับ F_4 เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เนื่องจากมีขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้าม เกิดขึ้นระหว่างเชือกกับถุงทราย

ครูทำการสาธิตโดยนำแม่เหล็ก 2 แท่งวางใกล้กัน แล้วถามนักเรียนดังนี้



แม่เหล็ก 1



แม่เหล็ก 2

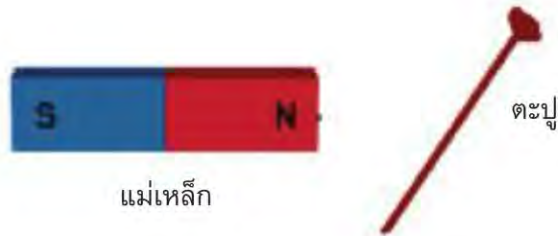
? นักเรียนคิดว่า ในกรณีที่วัตถุไม่สัมผัสกัน แต่ออกแรงกระทำต่อกันอย่างแท่งแม่เหล็กสองแท่ง นักเรียนคิดว่า จะมีแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้แม้วัตถุทั้งสองชิ้นไม่สัมผัสกัน เนื่องจากมีแรงกระทำต่อกัน เกิดผลของแรงจากแม่เหล็กทั้งคู่ โดยมีขนาดของแรงเท่ากัน ทิศทางตรงข้ามและเกิดขึ้นบนแม่เหล็กคนละแท่ง



ครูอธิบายโดยใช้ภาพ 1.10 และ 1.11 ประกอบ และให้นักเรียนตอบคำถาม ทดสอบความเข้าใจต่อไปนี้

? นักเรียนคิดว่าเมื่อนำแม่เหล็กเข้าใกล้ตะปู ตะปูจะออกแรงกระทำต่อแม่เหล็กหรือไม่ อย่างไร



แนวคำตอบ ตะปูจะออกแรงกระทำต่อแม่เหล็ก ถ้าให้แรงที่แม่เหล็กกระทำต่อตะปูเป็นแรงกิริยา แรงที่ตะปูกระทำต่อแม่เหล็กก็เป็นแรงปฏิกิริยา

? นักเรียนคิดว่าโลกกับดวงจันทร์ออกแรงกระทำต่อกันด้วยแรงขนาดเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ โลกและดวงจันทร์ออกแรงกระทำขนาดเท่ากัน แม้ว่าโลกและดวงจันทร์จะมีขนาดไม่เท่ากันมีมวลต่างกัน แรงดึงดูดเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล โลกออกแรงดึงดูดดวงจันทร์เท่าไร ดวงจันทร์ก็ออกแรงดึงดูดโลกเท่านั้น

? นักเรียนทราบว่าโลกออกแรงกระทำต่อเรา นักเรียนคิดว่าตัวเราออกแรงกระทำต่อโลกหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ตัวเราออกแรงกระทำต่อโลกเช่นเดียวกัน เนื่องจากตัวเรามีมวล จะเกิดแรงดึงดูดระหว่างมวล

ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะออกแรงกระทำโต้ตอบแรงที่มากระทำด้วยแรงขนาดที่เท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน ซึ่ง นิวตัน เป็นผู้เสนอกฎการเคลื่อนที่อย่างเป็นทางการครั้งแรก ในเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาเป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน



1.3 แรงพยุ่ง

การเรียนรู้หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้สังเกต คิด วิเคราะห์ สืบค้น ทดลอง รวบรวมข้อมูล อภิปราย และสรุป เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงพยุ่งของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
ทดลองและอธิบายแรงพยุ่งของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ



เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

นักเรียนต้อง...
 - อภิปรายด้วย...
 - สืบค้น...
 - ทดลอง...
 - รวบรวมข้อมูล...
 - อภิปราย...
 - สรุป...

สำหรับสาระการเรียนรู้...
 - อภิปรายด้วย...
 - สืบค้น...
 - ทดลอง...
 - รวบรวมข้อมูล...
 - อภิปราย...
 - สรุป...

1.3 แรงพยุ่ง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้...
 - อภิปรายด้วย...
 - สืบค้น...
 - ทดลอง...
 - รวบรวมข้อมูล...
 - อภิปราย...
 - สรุป...

1.3 แรงพยุ่ง

1. อภิปรายด้วย...
 2. สืบค้น...
 3. ทดลอง...
 4. รวบรวมข้อมูล...
 5. อภิปราย...
 6. สรุป...

หนังสือเรียนหน้า 15



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูอาจนำเข้าสู่หัวข้อนี้โดยใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวขวด แล้วให้นักเรียนอ่านคำนำหน้าของขวด จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยคำถามว่า ถ้าครูชั่งขวดในน้ำ น้ำหนักของขวดที่อ่านจากเครื่องชั่ง อันเดียวกัน จะเท่ากันหรือไม่ ซึ่งจะได้ศึกษาจากกิจกรรม 1.3 แรงพยุ่ง

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 1.3

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวขวด แล้วให้นักเรียนอ่านคำนำหน้าของขวด

นักเรียนคิดว่าถ้าชั่งขวดในน้ำ น้ำหนักของขวดที่อ่านจากเครื่องชั่งอันเดียวกันจะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 1.3

ครูควรเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ ดินน้ำมัน เชือกยาว 30 cm เครื่องชั่งสปริง บีกเกอร์ 250 ml และถ้วยยูเรกา

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทดลองและเปรียบเทียบผลการชั่งน้ำหนักของวัตถุในอากาศ ในน้ำ และหาขนาดของแรงพยุ่งจากน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่



กิจกรรม 1.3 แรงพยุง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
ทดลอง และอธิบายแรงพยุงที่กระทำต่อวัตถุ



เวลาที่ใช้ 50 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ดินน้ำมัน	1 ก้อน
2. เชือก ยาว 30 cm	1 เส้น
3. เครื่องชั่งสปริง	1 เครื่อง
4. บีกเกอร์ 250 ml	1 ใบ
5. ถ้วยยูเรกา	1 ใบ

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 1.3 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
2. ครูแนะนำวิธีการใช้ถ้วยยูเรกาและวิธีการชั่งน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา
3. ครูให้นักเรียนระวังไม่ให้เครื่องชั่งสปริงเปียกน้ำ และในขณะที่อ่านค่าเครื่องชั่งสปริง ดินน้ำมันไม่ควรจะแตะผนังหรือก้นบีกเกอร์ และอ่านค่าน้ำหนัก ในขณะที่ดินน้ำมันอยู่นิ่งทุกครั้ง
4. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

น้ำหนักดินน้ำมัน เมื่อชั่งในอากาศ	= 4.8 N
น้ำหนักดินน้ำมัน ขณะจุ่มครึ่งก้อน	= 4.5 N
น้ำหนักดินน้ำมัน ขณะจุ่มทั้งก้อน	= 4.2 N



อภิปรายหลังกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้



น้ำหนักก้อนดินน้ำมันที่ขังในอากาศ และขังในน้ำเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ น้ำหนักก้อนดินน้ำมันที่ขังในอากาศและในน้ำไม่เท่ากัน เพราะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อดินน้ำมัน



จากการเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา กับผลต่างของน้ำหนักก้อนดินน้ำมันเมื่อขังในอากาศกับขังขณะอยู่ในน้ำจะมีข้อสรุปได้อย่างไร

แนวคำตอบ น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมามีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักของดินน้ำมันที่หายไปเมื่อขังในน้ำ

สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

1. น้ำหนักดินน้ำมันที่ขังในน้ำน้อยกว่าเมื่อขังในอากาศ
2. น้ำหนักของดินน้ำมันที่หายไปเมื่อขังในน้ำเท่ากับน้ำหนักน้ำที่ล้นออกมา

การขยายความรู้

ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับแรงพยุง และการคำนวณหาค่าแรงพยุงจากตัวอย่าง 1.1 และ 1.2 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

ครูให้นักเรียนสืบค้นเสนอหัวข้อรายงานเรื่องการประยุกต์หลักอาร์คิมิดีสในงานด้านต่างๆ เช่น เมืองลอยน้ำ การกู้เรือที่จมให้ลอย หลักการของเรือดำน้ำ การออกแบบเสื้อชูชีพ เป็นต้น

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อ 16 ถึง ข้อ 18

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เนื่องจากโลกกำลังเผชิญปัญหาวิกฤติในเรื่องสภาวะโลกร้อน ประชากรโลกบางส่วนอาจต้องพบกับปัญหาน้ำท่วม ไร้ที่อยู่อาศัย วินเซนต์ คาเลโบต์ (Vincent Callebant) สถาปนิกชาวเบลเยียม ได้ออกแบบเมืองลอยน้ำ (Lilypad City) ซึ่งครูอาจมอบหมายให้นักเรียนสืบค้นได้จาก เว็บไซต์ : <http://www.artgazine.com/shoutouts/viewtopic.php?t=8230> ส่วนในประเทศไทย หมู่บ้านลอยน้ำก็คือ หมู่บ้านที่ประกอบด้วยเรือนแพ





1.4 แรงเสียดทาน

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ให้นักเรียนสังเกต คิด วิเคราะห์ สืบค้น ทดลอง รวบรวมข้อมูล อภิปรายและสรุป เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงเสียดทาน และการนำความรู้ไปใช้ในประโยชน์



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและอธิบายความแตกต่าง ระหว่างแรงเสียดทานสถิต กับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

1.4 แรงเสียดทาน

เมื่อออกแรงผลักวัตถุ แล้ววัตถุเคลื่อนที่ไปตามที่เราในแนวระดับ ดังภาพ 1.15 วัตถุจะเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งแล้วหยุด ที่นี้เพราะมีแรงเสียดทานเคลื่อนที่กระทำต่อวัตถุระหว่างวัตถุอยู่กับพื้น นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และมีทิศทางอย่างไร ซึ่งจะศึกษาได้จากกิจกรรม 1.4



ภาพ 1.15 ออกแรงผลักวัตถุ แล้ววัตถุเคลื่อนที่ไป

กิจกรรม 1.4 แรงเสียดทาน

1. วางวัตถุ 1 คู่ บนพื้นไม้ ใช้มือผลักวัตถุด้วยอุ้งแขน แล้วหยุด แล้วลองโยนให้วัตถุซึ่งอยู่บนพื้นผิวเรียบมาชนกับไม้ได้ วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ในแนวใดและไกลกว่าวัตถุที่โยนแล้วโยนบนพื้นไม้หรือไม่



2. ใช้ไม้ขีด 1 แท่งบนพื้นผิวเรียบลากเป็น 2 คู่ และ 3 คู่ตามลำดับ

3. ใช้ไม้ขีด 1 แท่งและ 2 แท่งบนพื้นผิวเรียบลากเป็น 2 คู่ตามลำดับ

หนังสือเรียนหน้า 20

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกสถานการณ์ว่า เมื่อออกแรงผลักวัตถุ แล้วปล่อยให้วัตถุไถลไปตามพื้นราบในแนวระดับ ดังภาพ 1.15

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูถามนำดังนี้



วัตถุจะเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งแล้วหยุด นักเรียนคิดว่า ทำไมวัตถุจึงหยุดการเคลื่อนที่

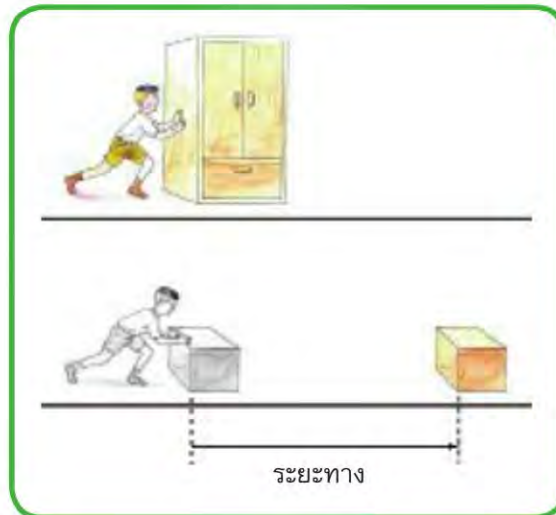
แนวคำตอบ มีแรงต้านการเคลื่อนที่กระทำระหว่างผิววัตถุกับพื้นและผิววัตถุกับอากาศ

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 1.4 โดยครูถามนำดังต่อไปนี้



นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และมีทิศทางอย่างไร

แนวคำตอบ ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมอภิปรายและหาคำตอบ จากการทำกิจกรรม 1.4





กิจกรรม 1.4 แรงเสียดทาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทดลอง และอธิบายทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ถูทราย	3 ถู
2. เครื่องชั่งสปริง	1 เครื่อง
3. ถูพลาสติก	1 ถู

*ครูควรตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้เครื่องชั่งสปริง
2. ครูเน้นให้นักเรียนวางถูทรายในตำแหน่งเดียวกัน ทุกครั้งที่เริ่มออกแรงดึงถูทราย
3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 1.4 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม เช่นแนะนำวิธีสังเกตว่าถูทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว โดยพิจารณาจากขนาดของแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงมีค่าคงตัวตลอดการเคลื่อนที่
4. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนพิจารณาผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของกลุ่มของนักเรียน



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

จำนวนถุงทราย (ถุง)	แรงดึงถุงทราย (N) ขณะที่ถุงทราย				
	หยุดนิ่ง			เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
1	0	0.5	1.0	1.6	1.4
2	0	1.0	2.5	3.0	2.6
3	0	1.5	3.0	3.9	3.3

เมื่อหุ้มถุงทรายที่อยู่ล่างสุดด้วยพลาสติก

จำนวนถุงทราย (ถุง)	แรงดึงถุงทราย (N) ขณะที่ถุงทราย				
	หยุดนิ่ง			เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
1	0	0.5	1.0	1.2	1.0
2	0	1.0	2.5	2.6	2.3
3	0	1.5	3.0	3.6	3.0

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

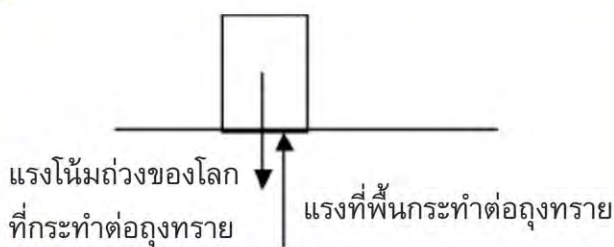
หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? ขณะที่ถุงทรายวางนิ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงถุงทราย มีแรงใดกระทำต่อ ถุงทรายบ้าง

แนวคำตอบ แรงโน้มถ่วงของโลก แรงที่พื้นกระทำต่อถุงทราย

? จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ



โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์

?

ขณะออกแรงดึงถุงทราย แต่ถุงทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ



โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์

?

ขณะออกแรงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ



แรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเท่ากับศูนย์

?

แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของถุงทรายและมีทิศทางอย่างไร

แนวคำตอบ ระหว่างผิวถุงทรายกับพื้น และมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของถุงทราย

?

ขนาดของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นถุงทรายเคลื่อนที่หรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ (ดูจากผลการทำกิจกรรมหน้า 26) ขณะนั้นถุงทรายยังไม่เคลื่อนที่ แต่กำลังจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานมีค่าสูงสุด

?

ขณะที่แรงดึงถุงทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานที่กระทำต่อถุงทรายมีค่าเท่าใดทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ ขณะที่ออกแรงดึงถุงทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานมีค่ามากที่สุด เช่น การดึงถุงทรายจำนวน 1 ถุง แรงดึงถุงทรายขณะที่ถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ แรงดึงถุงทรายมีขนาดเท่ากับ 1.6 นิวตัน (ดูจากผลการทำกิจกรรมหน้า 26 - ตารางบน) ทราบได้จากค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง

? การเพิ่มจำนวนถูทราย มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การเพิ่มจำนวนถูทรายมีผลทำให้แรงเสียดทานมีค่ามากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนถูทราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อถูทรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

? การหุ้มถูทรายด้วยถุงพลาสติกมีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การหุ้มถูทรายด้วยถุงพลาสติก จะทำให้ผิวสัมผัสเรียบและลื่นมากขึ้น จึงส่งผลให้แรงเสียดทานมีขนาดลดลง

สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ตามจุดประสงค์การทดลองที่ตั้งไว้ ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

1. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่
2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่มีแรงกระทำแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต ขนาดของแรงเสียดทานสถิตขึ้นกับขนาดแรงภายนอกที่มากระทำ ลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส
3. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

การขยายความรู้

1. ให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้

ในการออกแรงกระทำต่อวัตถุเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวนั้น จะมีแรงต้านเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส และแรงนี้มีทิศทางตรงข้ามกับแรงพยายามที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เรียกแรงนี้ว่า แรงเสียดทาน

2. ให้ความรู้เกี่ยวกับชนิดของแรงเสียดทานดังนี้

แรงเสียดทานแบ่งเป็น 2 ชนิดคือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะวัตถุอยู่นิ่ง เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต (static friction; f_s) และแรงเสียดทานในขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction; f_k) ขนาดของแรงเสียดทานสถิตจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อเพิ่มขนาดของแรงถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง วัตถุจะเริ่มเคลื่อนที่ ซึ่งแรงเสียดทานขณะนั้นเรียกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด



แรงเสียดทาน



แรงเสียดทานจลน์และแรงเสียดทานสถิต

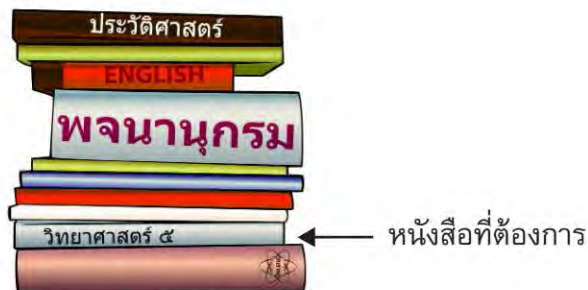
ครูถามนักเรียนดังนี้

? การเพิ่มมวลของวัตถุ มีผลต่อแรงเสียดทานที่พื้นการทำต่อวัตถุอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ การเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้เกิดแรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำต่อวัตถุตรงขึ้นซึ่งเป็นแรงคู่ปฏิกิริยาของแรงที่วัตถุกดลงบนพื้นมีขนาดมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ขนาดของแรงเสียดทานไม่ขึ้นกับขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส

นอกจากนี้ลักษณะของผิวสัมผัส จะมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระมาก แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่น แรงเสียดทานจะมีค่าน้อย

? เพราะเหตุใด เวลาที่นักเรียนดึงหนังสือที่อยู่ด้านล่าง ออกจากกองหนังสือซึ่งวางซ้อนกันอยู่จำนวนมากดังภาพ จึงดึงออกได้ยาก



แนวคำตอบ เพราะน้ำหนักของหนังสือด้านบนกดทับบนหนังสือที่ต้องการมาก จึงเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของหนังสือด้านบนและด้านล่าง จึงทำให้ดึงหนังสือออกได้ยาก

? จากคำถามที่ผ่านมา นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรจึงจะหยิบหนังสือเล่มที่ต้องการออกมาได้ง่ายโดยที่กองหนังสือไม่ล้ม

แนวคำตอบ ออกแรงกระชากหนังสือเล่มที่ต้องการออกอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดแรงเสียดทานจลน์ ซึ่งเป็นแรงเสียดทานที่มีค่าน้อย

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิธีการอื่นที่สามารถดึงหนังสือที่ต้องการได้สะดวกโดยออกแรงดึงอย่างรวดเร็ว

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยถามนำดังนี้



ก คนเดิน



ข เด็กขี่รถจักรยาน



ค รถเคลื่อนที่ถอยหลัง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยถามนำดังนี้

? จงวิเคราะห์ การเกิดแรงเสียดทาน ในสถานการณ์ต่อไปนี้

แนวคำตอบ

ภาพ ก คนเดิน แรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างรองเท้ากับพื้นผิวถนน รองเท้าเคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง แรงเสียดทานที่กระทำต่อรองเท้าจึงมีทิศทางไปข้างหน้า ในทิศทางเดียวกับทิศทางที่คนเดิน

ภาพ ข เด็กขี่จักรยาน แรงเสียดทานระหว่างผิวยางกับพื้นที่กระทำต่อผิวยางมีทิศทางไปทางเดียวกับทิศทางที่รถเคลื่อนที่

ภาพ ค รถยนต์เคลื่อนที่ถอยหลังพิจารณาที่ผิวหน้ายาง แรงเสียดทานระหว่างผิวหน้ายางกับพื้นถนนมีทิศทางไปทางเดียวกับทิศทางที่รถยนต์ถอยหลัง

? ยกตัวอย่าง และอธิบาย เครื่องมือเครื่องใช้ที่อาศัยหลักการลดแรงเสียดทาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องใช้ให้มากขึ้น

แนวคำตอบ

รถจักรยานต้องใส่ลูกปืนรอบแกนล้อช่วยลดแรงเสียดทาน

รถยนต์ต้องใส่น้ำมันหล่อลื่นเพื่อลดความฝืดในเครื่องยนต์

เครื่องจักรที่ต้องใช้จาระบีหล่อลื่น เป็นต้น

? ยกตัวอย่าง และอธิบาย เครื่องมือเครื่องใช้ที่อาศัยหลักการเพิ่มแรงเสียดทาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องใช้ให้มากขึ้น

แนวคำตอบ

ด้ามของแปรงสีฟัน ต้องทำให้ฝืด เพื่อป้องกันไม่ให้ลื่นหลุดจากมือ

พื้นรองเท้าต้องทำเป็นปุ่ม เพิ่มแรงเสียดทานเพื่อไม่ให้ลื่นล้ม

ดอกยางรถ ออกแบบให้เป็นร่อง เพิ่มการยึดเกาะพื้นถนน

พื้นห้องน้ำ เพิ่มความขรุขระเพื่อเพิ่มขนาดของแรงเสียดทาน ป้องกันการลื่นล้ม

กระดาษทรายเบอร์ต่างๆ มีความเสียดทานในงานขัดต่างกัน ขึ้นกับขนาดเม็ดทราย

โดยกระดาษทรายเบอร์ศูนย์ มีขนาดเม็ดทรายเล็กที่สุด เป็นต้น



? อุบัติเหตุบนถนนเกี่ยวข้องกับแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ อุบัติเหตุบนถนนเกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน ถ้าผิวถนนลื่น จะทำให้ผู้ขับขี่เสียการควบคุมรถได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลให้แรงเสียดทานมีขนาดลดลง ดังนั้นโอกาสที่อาจเกิดอุบัติเหตุบนถนนจึงมากขึ้น

? ออกแบบวิธีการ เพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

แนวคำตอบ การทำให้ช่องของโทรศัพท์มือถือมีความฝืดช่วยลดความเสี่ยงในการลื่นตกจากมือ ด้ามปากกา ดินสอ ค้อน เลือกใช้วัสดุที่ลักษณะผิวขรุขระ เพื่อเพิ่มขนาดแรงเสียดทาน ส่วนแกนล้อที่ต้องการให้หมุนคล่อง จึงต้องใช้ลูกเหล็กกลวงเรียงเป็นวงกลม เพื่อลดผิวสัมผัส ลูกเหล็กแต่ละลูกหมุนได้อย่างอิสระ จึงเป็นการลดแรงเสียดทาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการพยายามทำให้วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นผิวใดๆ จะมีแรงเสียดทานมาเกี่ยวข้องเสมอ กิจกรรมบางอย่างจำเป็นต้องมีแรงเสียดทานจึงจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่สะดวกขึ้น เช่น การปีนเสาหรือปีนต้นไม้ ถ้าผิวสัมผัสระหว่างมือ เท้า กับผิวเสาหรือผิวด้านไม้เป็นผิวลื่นจะทำให้การปีนขึ้นกระทำได้ยากกว่ากรณีผิวขรุขระ พื้นรองเท้ากีฬาจะทำด้วยวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อให้มีความเหมาะสมกับธรรมชาติของกีฬา เช่น พื้นรองเท้าสำหรับกีฬาฟุตบอลจะมีปุ่ม ซึ่งแตกต่างจากพื้นรองเท้าสำหรับเล่นบาสเกตบอลซึ่งเรียบกว่า ยางรถจักรยาน หรือ ยางรถยนต์ส่วนใหญ่ทำด้วยวัสดุที่มีความฝืดเพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน เป็นต้น

ครูและนักเรียนร่วมกันและวิเคราะห์โดยครูถามนักเรียนดังนี้

? แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถยนต์กับผิวถนนขณะที่รถเคลื่อนที่เป็นแรงเสียดทานชนิดใด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ขณะรถเคลื่อนที่ แรงเสียดทานระหว่างล้อกับผิวถนนเป็นแรงเสียดทานสถิต เพราะผิวล้อรถที่สัมผัสกับผิวถนนไม่มีการไถล ถึงแม้ว่าจะมีการเคลื่อนที่

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในบางกรณี การเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้คล่องตัว ต้องลดแรงเสียดทาน เช่น การหยอดน้ำมัน หรืออัดจาระบีตรงรอยต่อประตูหน้าต่าง ภายในร่างกายมีอวัยวะที่เกิดการขัดสีในขณะที่เคลื่อนไหว เช่น กระดูกข้อพับ กระดูกข้อต่อ ธรรมชาติผลิตน้ำไขข้อขึ้นมาเพื่อช่วยลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการขัดสีของกระดูกตรงข้อต่อ ทำให้เคลื่อนไหวได้คล่องและไม่รู้สึกปวด

ครูใช้ภาพ 1.17 นำอภิปรายร่วมกับนักเรียน

ครูสรุปภาพรวมว่า จากกิจกรรมต่างๆ ที่ผ่านมา จะช่วยให้เราเข้าใจธรรมชาติของแรงและการเคลื่อนที่แนวตรงและแนวโค้ง มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมแล้วนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ป้องกันอุบัติเหตุบนถนนตลอดจนเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ในขั้นสูงต่อไป

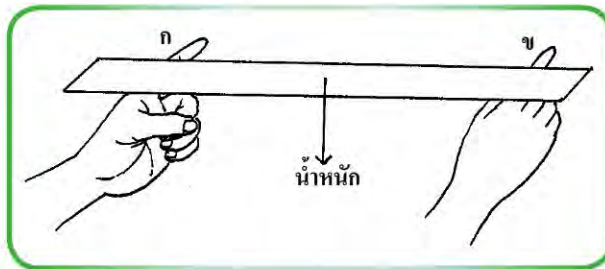
ครูให้นักเรียน

แรงเสียดทานช่วยในการเลี้ยวโค้งของรถยนต์

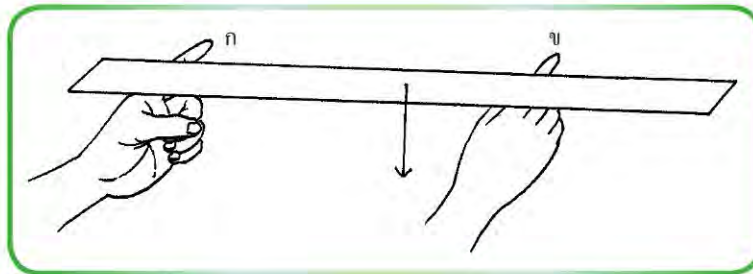
ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ครูอาจนำกิจกรรมต่อไปนี้เป็นกิจกรรมลองทำดู หรือกิจกรรมเสริมบทเรียน

1. กิจกรรมที่วางไม้เมตรบนนิ้วชี้ของมือทั้งสองข้างดังรูป เมื่อเลื่อนนิ้วชี้ทั้งสองเข้าหากันอย่างช้าๆ นิ้วชี้จะเลื่อนทีละข้าง เพราะแรงเสียดทานระหว่างนิ้วทั้งสองกับไม้เมตรไม่เท่ากัน ด้านใดมีแรงเสียดทานมากกว่านิ้วด้านนั้นก็จะไม่เคลื่อนที่



ตามรูป นิ้วทางด้าน ก จะมีแรงเสียดทานมากกว่านิ้วทางด้าน ข เนื่องจากแรงที่ไม้เมตรกดนิ้วทางด้าน ก จะมีค่ามากกว่าแรงที่ไม้เมตรกดนิ้วทางด้าน ข เพราะนิ้วทางด้าน ก อยู่ใกล้ศูนย์กลางของไม้เมตรมากกว่า ดังนั้นเมื่อเลื่อนนิ้วชี้ทั้งสอง นิ้วทาง ข จะเลื่อน โดยนิ้วด้าน ก จะหยุดนิ่ง



เมื่อนิ้วด้าน ข เลื่อนมา ณ ตำแหน่ง ตามรูป นิ้วด้าน ข จะอยู่ใกล้ศูนย์กลางของไม้เมตรมากกว่านิ้วทางด้าน ก แรงไม้เมตรกดนิ้วทางด้าน ข จะมากกว่าทางด้าน ก ทำให้แรงเสียดทานที่นิ้ว ข มีค่ามากกว่าทางด้าน ก เมื่อเลื่อนนิ้วทั้งสอง นิ้วทางด้าน ก จะเคลื่อนที่ในขณะที่นิ้วทางด้าน ข จะหยุดนิ่ง

2. ใส่ข้าวสารในขวดแก้วปากแคบจนเต็ม แล้วเสียบตะเกียบหรือด้ามพู่กันลงไปในขวดแก้ว กดข้าวสารบริเวณนั้นลงแน่นๆ เมื่อยกตะเกียบหรือด้ามพู่กันขึ้น ตะเกียบหรือด้ามพู่กันจะไม่หลุดจากขวด แต่ขวดจะถูกยกตามขึ้นมา ทำให้เป็นเช่นนั้น

การที่ตะเกียบหรือด้ามพู่กันไม่หลุดจากขวดบรรจุข้าวสารเป็นเพราะว่า แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของเมล็ดข้าวสารกับผิวตะเกียบหรือด้ามพู่กัน



1.5 โมเมนต์ของแรง

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนศึกษาหลักการของโมเมนต์ของแรงด้วยการทดลอง วิเคราะห์ และคำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์ของแรงได้
2. วิเคราะห์และคำนวณโมเมนต์ของแรง เมื่อกำหนดสถานการณ์และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้
3. อธิบายและยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์ได้



เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

1.5 โมเมนต์ของแรง

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ บางครั้งจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แต่ในบางกรณีวัตถุจะทรงตัวอยู่โดยไม่เคลื่อนที่ เช่น การผลักของประตู หรือรถจักรยานที่จอดอยู่กับที่ การยกของด้วยมือ เป็นต้น

กิจกรรม 1.5 ความและการหมุน

1. บุคคลหรือวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่



2. จุดที่ออกแรงกระทำต่อวัตถุ 1 จุด คือ จุดที่ออกแรงกระทำต่อวัตถุ
3. แรงกระทำต่อวัตถุ 1 จุด คือ ศักยภาพในการเคลื่อนที่ โดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงกระทำต่อวัตถุ

การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกิดจากการกระทำของแรงกระทำต่อวัตถุ

หนังสือเรียนหน้า 25



คำสำคัญ

- โมเมนต์ของแรง
- จุดหมุน
- สภาพสมดุล





แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการนำอภิปรายว่า เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ บางกรณีจะทำให้วัตถุเปลี่ยนตำแหน่ง แต่ในบางกรณีเมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ว จะทำให้วัตถุหมุนโดยไม่เปลี่ยนตำแหน่ง เช่นการออกแรงกดลงที่ปลายข้างหนึ่งของไม้กระดก

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 1.5

ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยถามนักเรียนดังต่อไปนี้



นักเรียนคิดว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในลักษณะใดที่จะทำให้วัตถุเกิดการหมุน

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 1.5

ครูควรเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ ไม้เมตร เครื่องชั่งสปริง ถ้วยทราย เส้นเอ็น

กิจกรรม 1.5

โมเมนต์ของแรง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทดลองและอธิบายโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ไม้เมตร	1 อัน
2. เครื่องชั่งสปริง	1 เครื่อง
3. ถ้วยทราย	1 ถ้วย
3. เส้นเอ็น ความยาว 30 cm	1 เส้น

*ครูควรตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน



อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้เครื่องชั่งสปริง และข้อควรระวังในการใช้
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 1.5 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
3. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

เมื่อคานสมดุลในแนวระดับ

1. น้ำหนักถุงทราย 1 ถุง = 5.0 นิวตัน
2. ระยะระหว่างจุดแขวนคานถึงจุดแขวนถุงทราย = 0.15 เมตร
3. แรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวดิ่ง = 4.9 นิวตัน
4. ระยะระหว่างจุดเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงกับจุดแขวนคาน = 0.15 เมตร

อภิปรายหลังกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? ผลคูณระหว่างแรงที่วัดได้จากเครื่องชั่งสปริงกับระยะจากแนวแรงไปยังจุดแขวนคาน และผลคูณระหว่างน้ำหนักของถุงทรายกับระยะจากจุดแขวนถุงทรายไปยังจุดแขวนคาน มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ

$$\begin{aligned}\text{ขนาดของแรงที่วัดได้จากเครื่องชั่งสปริง} \times \text{ระยะจากจุดหมุนไปยังแนวแรง} &= (4.9 \text{ N}) \times (0.15 \text{ N}) \\ &= 0.74 \text{ N.m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{น้ำหนักถุงทราย} \times \text{ระยะจากจุดหมุนไปยังแนวแรง} &= (5.0 \text{ N}) \times (0.15 \text{ N}) \\ &= 0.75 \text{ N.m}\end{aligned}$$

ดังนั้น ผลคูณระหว่างแรงที่วัดได้จากเครื่องชั่งสปริงกับระยะจากแนวแรงไปยังจุดแขวนคาน และผลคูณระหว่างน้ำหนักของถุงทรายกับระยะจากจุดแขวนถุงทรายไปยังจุดแขวนคาน มีค่าเท่ากัน



? ในกรณีที่เปลี่ยนตำแหน่งของตุ้มน้ำหนัก โดยเครื่องชั่งสปริงอยู่ที่เดิม แล้วทำให้คานอยู่นิ่งในแนวระดับ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มีค่าเปลี่ยนแปลง เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งตุ้มน้ำหนักให้ห่างจากจุดหมุนมากขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงจะมากขึ้นด้วย

สรุปผลการทดลอง

เมื่อคานสมดุลในแนวระดับ ผลคูณระหว่างแรงที่วัดได้จากเครื่องชั่งสปริงกับระยะทางจากจุดแขวนคานไปยังแนวแรง และผลคูณระหว่างน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักกับระยะจากจุดแขวนคานไปยังจุดแขวนตุ้มน้ำหนัก มีค่าเท่ากัน

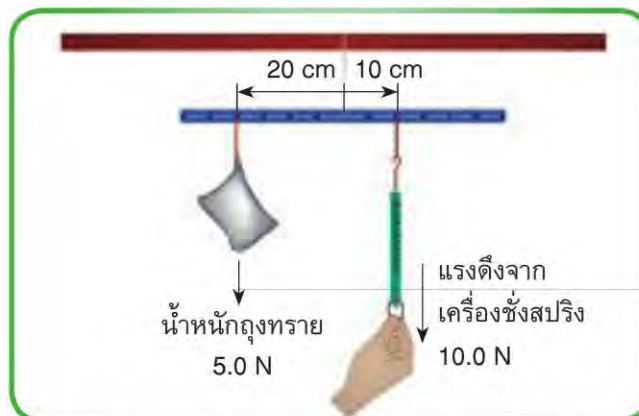
ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ตามจุดประสงค์การทดลองที่ตั้งไว้

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เมื่อแขวนคานให้อยู่ในแนวระดับ คานจะอยู่ในสภาพสมดุล ถ้าออกแรงดึงปลายด้านใดด้านหนึ่ง คานจะหมุนรอบจุดที่แขวนคาน เรียกจุดที่แขวนคานนี้ว่า จุดหมุน (fulcrum) ดังภาพ 1.19 และเรียกผลคูณระหว่างแรงกับระยะที่วัดจากจุดหมุนมาตั้งฉากกับแนวแรงว่าโมเมนต์ของแรง ซึ่งมีหน่วยนิวตันเมตร (Nm)

เมื่อคานสมดุลในแนวระดับ แล้วแขวนตุ้มน้ำหนัก 1 ถูห่างจากจุดหมุนไปทางซ้าย พบว่าถ้าต้องการให้คานอยู่ในสภาพสมดุลจะต้องเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงทางด้านขวาของจุดหมุน แล้วออกแรงดึงจนคานสมดุล โดยแรงดึงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะจากจุดหมุนถึงตำแหน่งที่เกี่ยวเครื่องชั่งสปริง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงใกล้จุดหมุนจะออกแรงดึงคานมาก แต่ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงไกลจากจุดหมุนจะออกแรงดึงคานน้อยลง เช่น แขวนตุ้มน้ำหนัก 1 ถู (หนัก 5.0 นิวตัน) ห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร จะต้องดึงคานด้วยแรง 10.0 นิวตัน ในแนวตั้งฉากกับคาน จึงทำให้คานอยู่ในสภาพสมดุล ดังภาพ 1.20



ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการคำนวณตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับนิยามของโมเมนต์ โดยใช้ภาพ 1.21 ประกอบดังนี้



ผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง เรียกว่า โมเมนต์ของแรง (M) ซึ่งโมเมนต์เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเกิดการหมุน เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง x ระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง

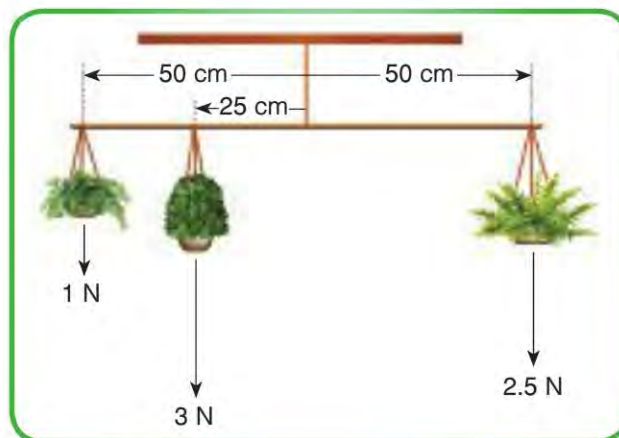
$$M = F \ell$$

เมื่อ F คือ แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ℓ คือ ระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

M คือ โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกรณีที่มีแรงหลายแรงกระทำต่อคาน เช่น เมื่อผูกเชือกที่จุดกึ่งกลางของคานแล้วแขวนกระถางต้นไม้ไว้ที่ตำแหน่งต่างๆ ของคาน ดังภาพ 1.22



ภาพ โมเมนต์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อคาน



โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน

ครูถามนักเรียนดังนี้

? จากภาพ 1.22 ผลรวมของโมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุน และผลรวมของโมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุน เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ เท่ากัน โดยผลรวมของโมเมนต์ทางซ้ายของจุดหมุนเท่ากับ

$$(1 \text{ N} \times 0.50 \text{ m}) + (3 \text{ N} \times 0.25 \text{ m}) = 1.25 \text{ N m}$$

ผลรวมของโมเมนต์ทางขวาของจุดหมุนเท่ากับ $(2.5 \text{ N} \times 0.50 \text{ m}) = 1.25 \text{ N m}$

? จากภาพ 1.22 คานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด

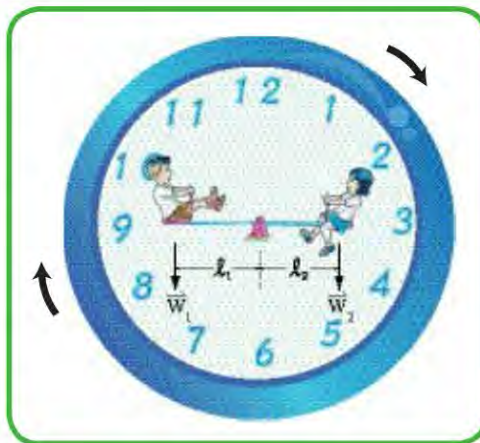
แนวคำตอบ สมดุล เพราะ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุน และผลรวมของโมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุน มีขนาดเท่ากัน

? ยกตัวอย่าง สิ่งประดิษฐ์ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง

แนวคำตอบ กรรไกร คานงัด เครื่องซั่งสองแขน ครกกระเดื่องตำข้าว ตะเกียบ เป็นต้น

ครูอาจจะให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง โดยแนะนำให้มีการสืบค้น ออกแบบ และผลิตเป็นชิ้นงานเช่น การทำโมบายปลาตะเพียน เครื่องกลอย่างง่ายบางประเภท ของเล่นที่ใช้หลักการของโมเมนต์ เป็นต้น

ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า เมื่อพิจารณาทิศทางการหมุนของคานกับการหมุนของเข็มนาฬิกา จะพบว่ามี การหมุนสองแบบ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกาและหมุนทวนเข็มนาฬิกา โดยใช้ภาพในหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ 5 หน้า 29 ประกอบ



โมเมนต์กับทิศทางการหมุน

โมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนตามเข็มนาฬิกา เรียกว่า โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนทวนเข็มนาฬิกา เรียกว่า โมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อคาน แล้วผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกาอบจุดหมุน คานจะอยู่ในสภาพสมดุล เรียกว่า สมดุลต่อการหมุน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่าง 1.3

จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อ 19 ถึง ข้อ 23





- ? 1. ถ้าแรงที่กระทำบนวัตถุในทุกทิศทางมีความสมดุลกันแล้ว สถานะการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ สถานะการเคลื่อนที่ของวัตถุอาจอยู่ในสภาพหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

- ? 2. จงบรรยายการเคลื่อนที่ของรถที่ติดแถบกระดาษลากผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

ก.



แนวคำตอบ รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เพราะว่าในเวลาเท่ากันระยะห่างระหว่างจุดเท่ากัน

ข.



แนวคำตอบ รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เพราะในเวลาเท่ากันระยะห่างระหว่างจุดเพิ่มมากขึ้น

- ? 3. บัณฑิตยานไปตามทางตรงด้วยความเร็วเฉลี่ย 6.02 เมตรต่อวินาที ไปทางทิศตะวันออก จงหาการกระจัดที่เกิดขึ้นหลังจากเวลาผ่านไป 137 วินาที

แนวคำตอบ โจทย์กำหนด ขนาดความเร็วเฉลี่ย = 6.02 เมตรต่อวินาที

เวลา = 137 วินาที

$$\text{จาก } \text{ขนาดความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ขนาดการกระจัด}}{\text{เวลา}}$$

$$\therefore \text{ขนาดการกระจัด} = (\text{ขนาดความเร็วเฉลี่ย}) \times \text{เวลา}$$

$$\text{แทนค่า} = (6.02 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \times 137 \text{ s}$$

$$\text{ขนาดการกระจัด} = 824.74 \text{ m}$$

ทิศทางของการกระจัดเหมือนกับทิศทางของความเร่งเฉลี่ย ไปทางทิศตะวันออก





- ?** 4. ขับรถไปยังบ้านเพื่อนซึ่งห่างออกไป 160 กิโลเมตร ทางทิศตะวันตก และเป็นช่วงที่ถนนเป็นแนวตรง ถ้านักเรียนออกเดินทางเมื่อเวลา 10.00 น. ไปถึงบ้านเพื่อนเวลา 12.00 น. จงหาความเร็วเฉลี่ยของการเดินทาง

แนวคำตอบ



$$\begin{aligned}\text{โจทย์กำหนด ขนาดการกระจัด} &= 160 \text{ กิโลเมตร} \\ &= 160000 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เวลาที่เดินทางจาก 10.00 น. ถึง 12.00 น.} &= 2 \text{ ชั่วโมง} \\ &= 2 \times 60 \times 60 \text{ วินาที} \\ &= 72000 \text{ วินาที}\end{aligned}$$

$$\text{จาก ขนาดความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ขนาดการกระจัด}}{\text{เวลา}}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} &= \frac{160000}{72000} \frac{m}{s} \\ &= 2.22 \frac{m}{s}\end{aligned}$$

$$\text{หรือ ขนาดความเร็วเฉลี่ย} = \frac{160}{2} \frac{km}{h}$$





- ?** 5. ถ้ากำหนดให้นักเรียนเดินไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 150 เมตร แล้วเดินย้อนกลับมาทางทิศตะวันตก 30 เมตร ต้องการทราบว่านักเรียนเดินได้เป็นระยะทางเท่าไร และมีการกระจัดเท่าไร และถ้าใช้เวลาเดินทั้งหมด 3 นาที มีอัตราเร็วและความเร็วในการเดินเท่าใด

แนวคำตอบ



กำหนดให้ ทิศตะวันออกมีเครื่องหมาย +

$$\begin{aligned} \text{นักเรียนเดินทางได้ระยะทาง} &= 150 \text{ เมตร} + 30 \text{ เมตร} \\ &= 180 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{การกระจัดของนักเรียน} &= (+150 \text{ เมตร}) + (-30 \text{ เมตร}) \\ &= 120 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการเดิน} &= 3 \text{ นาที} \\ &= 3 \times 60 \text{ วินาที} \\ &= 180 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราเร็วในการเดิน} &= \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{180}{180} \frac{m}{s} \\ &= 1 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเร็วในการเดิน} &= \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{120}{180} \frac{m}{s} \end{aligned}$$

$$= 0.67 \text{ เมตร/วินาที มีทิศทางตะวันออก}$$





6. วัตถุสองชิ้นเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากันในเวลาที่เท่ากันแล้ว ปริมาณใดของการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองชิ้นที่มีค่าเท่ากัน และเป็นไปได้หรือไม่ที่วัตถุทั้งสองมีความเร็วไม่เท่ากัน

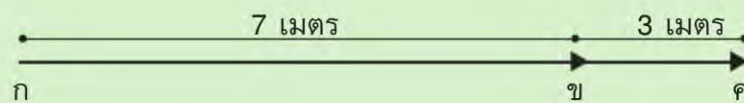
แนวคำตอบ ปริมาณการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองชิ้นที่มีค่าเท่ากันคืออัตราเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ เพราะอัตราเฉลี่ยหาได้จาก

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

ความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองชิ้นที่เคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากัน อาจไม่เท่ากันก็ได้ ถ้าการกระจัดไม่เท่ากัน เพราะ

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}}$$

เช่น วัตถุชิ้นแรกเคลื่อนจากจุด ก ไปจุด ข ได้ระยะทาง 7 เมตร เคลื่อนจาก ข ไปจุด ค ได้ระยะทาง 3 เมตร ใช้เวลาทั้งหมด 10 วินาที



ระยะทางจาก ก ไป ค 10 เมตร

$$\therefore \text{อัตราเร็ว} = \frac{10 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

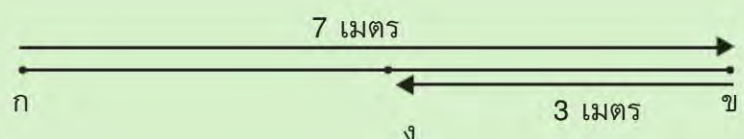
การกระจัดจาก ก ไป ค เป็น 10 เมตร ทิศจาก ก ไป ค

$$\therefore \text{อัตราเร็ว} = \frac{10 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

มีทิศจาก ก ไป ค

วัตถุชิ้นที่สองเคลื่อนจากจุด ก ไปจุด ข ได้ระยะทาง 7 เมตร

เคลื่อนจากจุด ข ไปจุด ง ได้ระยะทาง 3 เมตร ใช้เวลาทั้งหมด 10 วินาที





ระยะทางจาก ก ไป ข และไป ง เป็น 10 เมตร

$$\therefore \text{อัตราเร็ว} = \frac{10 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

การกระจัดจาก ก ไป ข และไป ง เป็น 4 เมตร ทิศจาก ก ไป ง

$$\therefore \text{ความเร็ว} = \frac{4 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

จะเห็นว่าวัตถุทั้งสองชิ้นมีอัตราเร็วเท่ากัน แต่ความเร็วไม่เท่ากัน

? 7. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม อยู่นิ่งในอวกาศที่ปลอดจากแรงดึงดูดระหว่างมวล ถ้าออกแรง 20 นิวตัน กระทำต่อวัตถุเป็นเวลา 10 วินาที

ก. วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งกี่เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

แนวคำตอบ แรง 20 นิวตัน กระทำต่อมวล 10 กิโลกรัม หาความเร่งของวัตถุได้จาก

$$\begin{aligned} \text{แรง} &= \text{มวล} \times \text{ความเร่ง} \\ \text{ความเร่ง} &= \frac{\text{แรง}}{\text{มวล}} \\ \text{ความเร่ง} &= \frac{20 \text{ N}}{10 \text{ kg}} \\ &= 2 \text{ เมตรต่อวินาทีกำลังสอง} \end{aligned}$$

ข. ความเร็วของวัตถุ หลังจากเวลาผ่านไป 10 วินาที จะเป็นเท่าไร

แนวคำตอบ ความเร็ววัตถุ หลังจากเวลาผ่านไป 10 วินาที หาได้จาก

$$\begin{aligned} \text{ความเร็ววัตถุ} &= \frac{\text{ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนไปจากหยุดนิ่ง}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{\text{ความเร็วของวัตถุที่ผ่านไป 10 วินาที} - 0}{\text{เวลา}} \end{aligned}$$

$$\text{ความเร็วของวัตถุหลังจากเวลาผ่านไป 10 วินาที} = \text{ความเร่ง} \times \text{เวลา}$$

$$\begin{aligned} &= \left(2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times 10 \text{ s} \\ &= 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$





การเปลี่ยนหน่วย

คำถามท้ายบทที่ 1



- ?** 8. นักเรียนหญิงคนหนึ่งวิ่ง 60 เมตร ใช้เวลา 12 วินาที จงหา
ก. อัตราเร็วที่วิ่งในหน่วย เมตรต่อวินาที

แนวคำตอบ หาอัตราเร็วที่วิ่งในหน่วยเมตรต่อวินาที

$$\text{จาก} \quad \text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{แทนค่า} \quad \text{อัตราเร็วของนักเรียนหญิง} = \frac{60 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- ข. อัตราเร็วที่วิ่งในหน่วย กิโลเมตรต่อชั่วโมง

แนวคำตอบ หาอัตราเร็วที่วิ่งในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{จาก ระยะ} \quad 1000 \text{ เมตร} &= 1 \text{ กิโลเมตร} \\ &= \frac{5}{1000} \text{ กิโลเมตร} \end{aligned}$$

$$\text{เวลา} \quad 3600 \text{ วินาที} = 1 \text{ ชั่วโมง}$$

$$1 \text{ วินาที} = \frac{1}{3600} \text{ ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{อัตราเร็วของนักเรียนหญิง} &= \frac{\frac{5}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} \\ &= \frac{5}{1000} \times 3600 \frac{\text{km}}{\text{h}} \\ &= 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} \end{aligned}$$

- ค. ถ้าวิ่งด้วยอัตราเร็วตามข้อ ก จงหาระยะที่วิ่งได้ในเวลา 40 วินาที

แนวคำตอบ ถ้านักเรียนหญิงวิ่งด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 40 วินาที หา
ระยะทางที่วิ่งได้จาก

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{ระยะทาง} = (\text{อัตราเร็ว}) \times \text{เวลา}$$

$$\text{แทนค่าระยะทาง} = \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \times 40 \text{ s}$$

$$= 200 \text{ m}$$





ง. ถ้ามีเพื่อนที่เริ่มวิ่ง วิ่งด้วยอัตราเร็ว 7.5 เมตรต่อวินาที จะใช้เวลาวิ่งนานเท่าไร (ตามระยะทางในข้อ ค)

แนวคำตอบ ถ้ามีเพื่อนเริ่มวิ่งด้วยอัตราเร็ว 7.5 เมตรต่อวินาที เป็นระยะทาง 200 เมตร จะใช้เวลาวิ่งนานเท่าไร

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{เวลา} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{อัตราเร็ว}}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า เวลา} &= \frac{200}{7.5} \frac{m}{m/s} \\ &= 26.7 \text{ s}\end{aligned}$$

? 9. ชีจักรยานเริ่มจากหยุดนิ่งไปตามทางตรงด้วยความเร็วคงตัว จนมีอัตราเร็ว 25 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 100 วินาที เมื่อเห็นรถบรรทุกสิบล้อแล่นแซงสวนจึงขับซีให้ความเร็วลดลงเหลือ 0.2 เมตรต่อวินาที เป็นเวลานาน 60 วินาที จงหา

ก. ความเร่งในช่วงเพิ่มอัตราเร็ว

แนวคำตอบ

อัตราเร่งเปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 25 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 100 วินาที

$$\text{จาก ขนาดความเร่ง} = \frac{\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{แทนค่า ขนาดความเร่ง} = \frac{25 - 0}{100} \frac{m/s}{s}$$

$$= \frac{25}{100} \frac{m}{s^2}$$

$$\text{ขนาดความเร่ง} = +0.25 \frac{m}{s^2}$$

เครื่องหมายบวก (+) แสดงว่าทิศทางของความเร่งเหมือนกับทิศทางของความเร็ว





ข. ความเร่งในช่วงลดอัตราเร็ว

แนวคำตอบ หาความเร่งในช่วงลดอัตราเร็ว

อัตราเร็วเปลี่ยนจาก 25 ไปเป็น 0.2 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 60 วินาที

$$\text{จาก ขนาดความเร่ง} = \frac{\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{แทนค่า ขนาดความเร่ง} = \frac{0.2 - 25}{60} \frac{\text{m/s}}{\text{s}}$$

$$= \frac{-24.8}{60} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{ขนาดความเร่ง} = -0.41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

เครื่องหมายบวก (-) แสดงว่าทิศทางของความเร่งตรงข้ามกับทิศทางของความเร็ว

- ?** 10. ในการติดเหรียญให้เคลื่อนที่ออกไปในแนวระดับจากขอบโต๊ะจนตกถึงพื้น การติดแรงและค้อย มีผลต่อปริมาณต่อไปนี้ ที่เกิดขึ้นบนเหรียญอย่างไร

ก. ความเร็วในแนวระดับ

แนวคำตอบ ถ้าติดแรง ความเร็วในแนวระดับมากกว่า การติดค้อย

ข. ความเร็วในแนวตั้ง

แนวคำตอบ ไม่ว่าติดแรงหรือติดค้อย ความเร็วในแนวตั้งเริ่มต้นจากศูนย์ และความเร็วในแนวตั้งเพิ่มขึ้นในอัตราเท่ากัน

ค. ความเร่ง

แนวคำตอบ ไม่ว่าติดแรงหรือติดค้อยไม่เกิดความเร่งในแนวระดับ แต่มีความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเท่ากัน คือค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

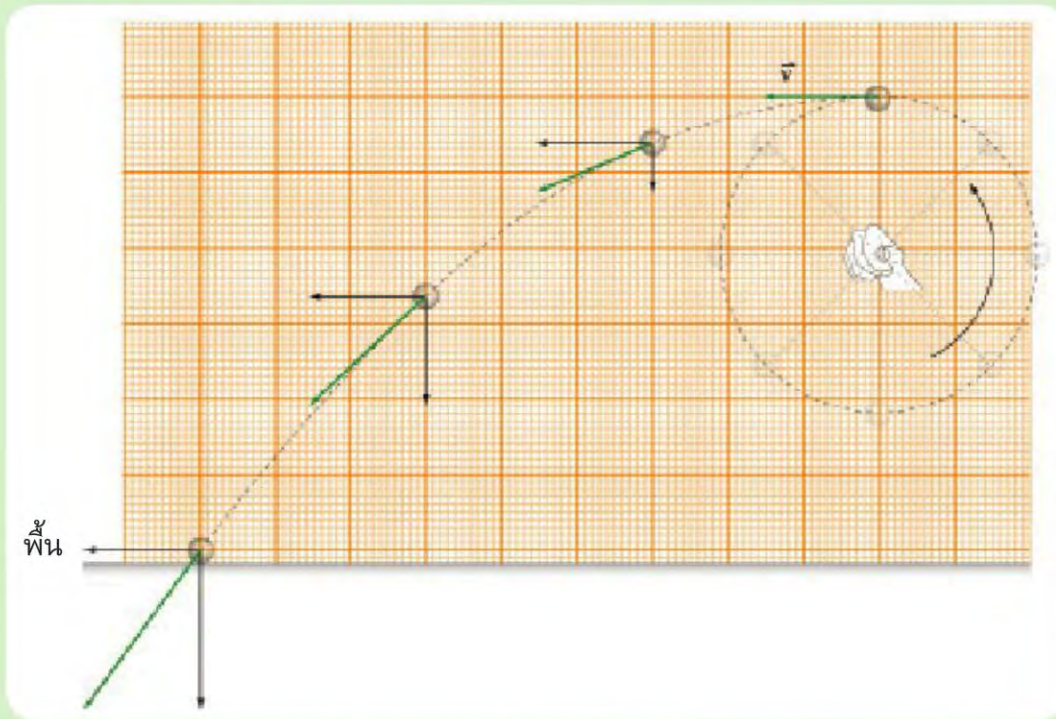
ง. การกระจัด

แนวคำตอบ การติดแรงทำให้การกระจัดของเหรียญมากกว่าการติดค้อย

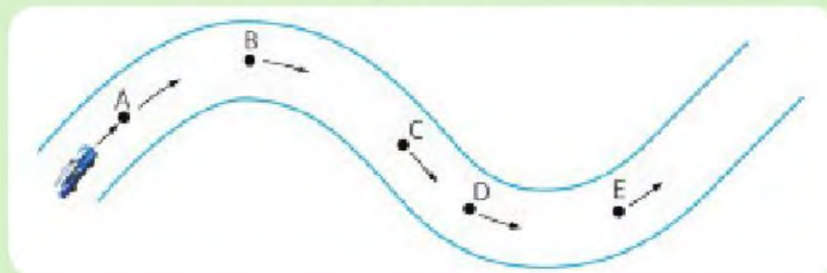
- ?** 11. ขณะเหวี่ยงลูกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวตั้ง ถ้าเส้นเชือกขาดในขณะที่ลูกยางอยู่ในตำแหน่งสูงสุด ลูกยางจะเคลื่อนที่แบบใด เขียนภาพเส้นทางประกอบการอธิบาย

แนวคำตอบ ถ้าเชือกขาดขณะลูกยางอยู่ในตำแหน่งสูงสุด ความเร็วของลูกยางอยู่ในแนวระดับ ขณะเดียวกัน แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้ลูกยางมีความเร็วในแนวตั้ง ดังนั้นลูกยางจึงเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังภาพ

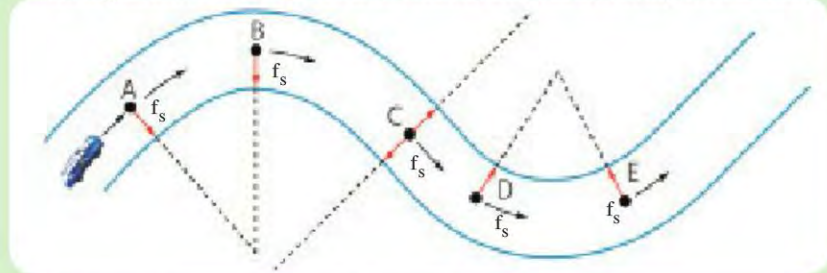




? 12. ขณะที่รถเคลื่อนที่บนถนนช่องที่เป็นรูปตัวเอส ดังภาพ ทิศของแรงเสียดทานระหว่างยางรถยนต์กับพื้นถนนเมื่อรถแล่นถึงจุดต่างๆ มีทิศทางใด เขียนเวกเตอร์แสดง



แนวคำตอบ ขณะที่รถแล่นเข้าโค้ง รถจะเคลื่อนที่ขยับเข้าหาขอบถนนด้านนอก เกิดแรงเสียดทานต้านการเคลื่อนที่ดังกล่าว แรงเสียดทานมีทิศทางสู่ศูนย์กลางของถนนโค้ง ถ้ารถแล่นเข้าโค้งด้วยความเร็วสูง เกินกว่าแรงเสียดทานจะต้านไว้ได้รถจะแล่นหลุดโค้ง ทำให้เกิดอุบัติเหตุ



หมายเหตุ ไม่คิดแรงเสียดทานเนื่องจากแรงขับเคลื่อนของเครื่องยนต์





- ? 14. ถ้าออกแรงดึงวัตถุชนิดเดียวกัน แต่มีลักษณะการจัดวางต่างกั้ดงภาพ แรงที่ใช้ในการดึงเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่มีค่าต่างกัน หรือไม่ อย่างไร



แนวคำตอบ วัตถุจะเริ่มเคลื่อนที่เมื่อแรงดึงเท่ากับขนาดของแรงเสียดทานสูงสุด ซึ่งจากรูป ก และ ข แรงเสียดทานของวัตถุมีค่าเท่าเดิม เพราะลักษณะระหว่างผิวสัมผัสเหมือนกัน แรงที่วัตถุกดพื้นก็เท่าเดิม ขนาดของพื้นที่ระหว่างผิวสัมผัสทั้งสองไม่มีผลต่อค่าของแรงเสียดทาน ดังนั้นในการดึงวัตถุในรูป ก และ ข ให้เคลื่อนที่ แรงที่ใช้ดึงมีค่าไม่ต่างกัน

- ? 15. ในการเหยียบเบรกเพื่อหยุดการเคลื่อนที่ของรถยนต์ ระยะทางที่รถเคลื่อนที่หลังจากเหยียบเบรกขึ้นกับน้ำหนักของรถยนต์หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ในการเปรียบเทียบนี้ให้รถแต่ละคันมีความเร็วก่อนเบรกเท่ากัน ยางรถยนต์และพื้นถนนมีลักษณะเหมือนกัน

ถ้าพื้นถนนมีความเสียดทาน รถที่มีน้ำหนักมากจะมีแรงกดพื้นมาก ทำให้แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อยางรถยนต์มีค่ามาก รถจะหยุดในระยะทางที่สั้นกว่ารถที่มีน้ำหนักน้อย

ถ้าพื้นถนนลื่น รถที่มีน้ำหนักมากแสดงว่ามีมวลมาก รถจะหยุดได้ยาก ทำให้ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้หลังจากเหยียบเบรกจนหยุดได้ระยะทางมากกว่า

- ? 16. ขณะที่เรือไททานิค เริ่มจมมิดผิวน้ำ กับขณะที่จมลงไปถึงก้นมหาสมุทร แรงพยุงของน้ำทะเลที่กระทำต่อเรือเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ถ้ากำหนดให้ความหนาแน่นน้ำทะเลเท่ากันตลอดความลึก แรงพยุงของน้ำทะเลที่กระทำต่อเรือเท่ากัน เพราะน้ำทะเลที่ถูกเรือแทนที่เท่ากัน

ถ้าความหนาแน่นน้ำทะเลที่ก้นมหาสมุทรมากกว่าบริเวณผิวน้ำ แรงพยุงของน้ำทะเลที่ก้นมหาสมุทรมากกว่าแรงพยุงที่ผิวน้ำ

- ? 17. คนที่สวมเสื้อชูชีพ เมื่อตกลงไปในน้ำ จะมีผลต่อแรงพยุงอย่างไร

แนวคำตอบ คนที่อยู่ในน้ำสวมเสื้อชูชีพ มวลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาตรเพิ่มขึ้นมาก ความหนาแน่นลดลง ทำให้ร่างกายลอยเหนือระดับน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่จากร่างกายส่วนที่จมนวมกับปริมาตรของเสื้อชูชีพส่วนที่จมน ทำให้ปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่มากขึ้น แรงพยุงของน้ำจึงเพิ่มขึ้น

หมายเหตุ ครูควรนำภาพคนสวมเสื้อชูชีพ (lifejacket) ขณะอยู่ในน้ำมาให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์แรงพยุง นอกจากนี้ยังมีเสื้อพยุง (buoyancy aid) ซึ่งออกแบบมาช่วยพยุงร่างกาย





ในน้ำ แต่ไม่ช่วยชูชีพในทุกสถานการณ์ ส่วนเสื้อชูชีพช่วยได้แม้คนสวมจะหมดสติ เพราะปากและจมูกของผู้สวมใส่อยู่น้ำระดับน้ำ



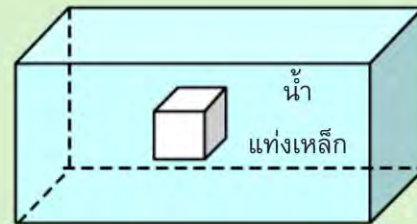
18. แท่งเหล็กรูปลูกบาศก์ มีปริมาตร 0.001 ลูกบาศก์เมตรจมอยู่ในน้ำ ซึ่งมีความหนาแน่น 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนความหนาแน่นของเหล็กเท่ากับ 9000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหา

ก. ขนาดของแรงพยุงของน้ำที่กระทำต่อแท่งเหล็ก

ข. ถ้าชั่งน้ำหนักของแท่งเหล็กในน้ำ เครื่องชั่งสปริงจะอ่านค่าแรงได้กี่นิวตัน

กำหนดให้ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

แนวคำตอบ



โจทย์กำหนด

ปริมาตรแท่งเหล็ก $V = 0.001$ ลูกบาศก์เมตร

ความหนาแน่นของเหล็ก $\rho_F = 9000$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ความหนาแน่นของน้ำ $\rho = 1000$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก $g = 9.8$ เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

ก. หาขนาดของแรงพยุง

จากสมการ $F_B = V\rho g$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } F_B &= (0.001 \text{ m}^3) (1000 \text{ kg/m}^3) (9.8 \text{ m/s}^2) \\ &= 9.8 \text{ N} \end{aligned}$$

ขนาดของแรงพยุงของน้ำที่กระทำต่อแท่งเหล็กเท่ากับ 9.8 นิวตัน

ข. ถ้าชั่งน้ำหนักของแท่งเหล็กในน้ำ เครื่องชั่งจะอ่านได้กี่นิวตัน

น้ำหนักที่ชั่งได้ในน้ำ = น้ำหนักที่ชั่งในอากาศ - แรงพยุง

$$W = mg - F_B$$

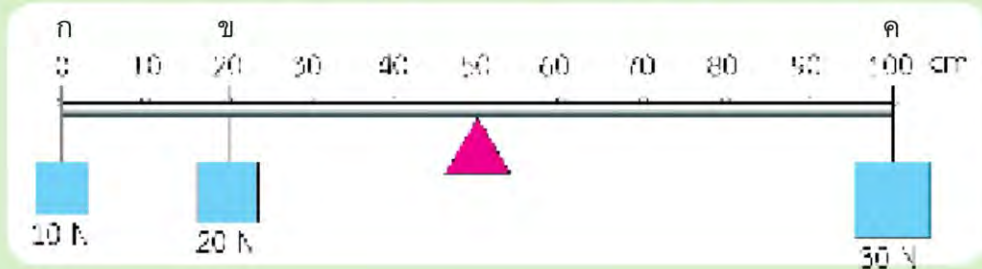
$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } W &= (1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2) - 9.8 \text{ N} \\ &= 88.2 \text{ N} - 9.8 \text{ N} \\ &= 78.4 \text{ N} \end{aligned}$$

ถ้าชั่งแท่งเหล็กในน้ำ เครื่องชั่งสปริงอ่านได้ 78.4 นิวตัน





- ? 19. คานอันหนึ่งมีน้ำหนักสม่ำเสมอ ยาว 1 เมตร วางอยู่บนที่รองรับตรงจุดกึ่งกลาง ดังรูป และมีวัตถุหนัก 10 20 และ 30 นิวตัน ที่จุด ก ข และ ค ตามลำดับ



ก. ต้องนำวัตถุหนัก 16 นิวตันแขวนที่จุดใด คานจึงจะอยู่ในแนวระดับ

ข. ทำให้คานอยู่ในแนวระดับได้อย่างไร โดยไม่ต้องเพิ่มก้อนน้ำหนัก

แนวคำตอบ ก. จากรูป คำนวณโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน

$$\begin{aligned}\text{โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา} &= 30 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} \\ &= 15 \text{ N.m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{โมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา} &= (20 \text{ N} \times 0.3 \text{ m}) + (10 \text{ N} \times 0.5) \\ &= 11 \text{ N.m}\end{aligned}$$

วัตถุจะสมดุลได้ต่อเมื่อ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกาและผลรวมของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกามีขนาดเท่ากัน

∴ ต้องนำวัตถุ 16 นิวตัน ไปแขวนทางซ้ายของจุดหมุนเพื่อให้โมเมนต์ของแรง 16 นิวตัน เป็นโมเมนต์ชนิดที่จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา และมีค่าเท่ากับ 4 Nm

$$16 \text{ N} \times \text{ระยะห่างจากจุดหมุน} = 4 \text{ N.m}$$

$$\therefore \text{ระยะห่างจากจุดหมุน} = \frac{4}{16} \frac{\text{N.m}}{\text{N}} = 0.25 \text{ m}$$

ดังนั้นต้องแขวนน้ำหนัก 16 นิวตัน ห่างจุดหมุน 25 เซนติเมตร นั่นคือแขวนที่ตำแหน่ง 25 เซนติเมตร

แนวคำตอบ ข. ทำให้คานอยู่ในแนวระดับได้โดยไม่ต้องเพิ่มก้อนน้ำหนัก

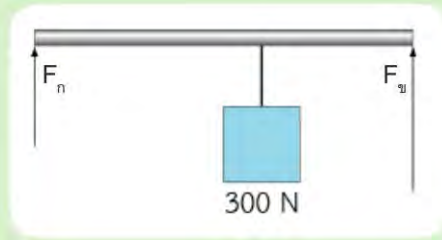
ทำได้โดยเลื่อนน้ำหนัก 20 นิวตัน มาแขวนที่ขีด 0 คือ มาแขวนรวมกับน้ำหนัก 10 นิวตัน ก็จะทำให้ผลรวมของโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา และผลรวมของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากัน





20. นาย ก และ นาย ข ช่วยกันหามวัตถุซึ่งหนัก 300 นิวตัน โดยใช้คานยาว 5 เมตร ถ้าแขวนวัตถุที่ห่างจากนาย ก 3 เมตร นาย ก และ นาย ข ต้องออกแรงคนละเท่าใด และถ้าต้องการให้นาย ก ออกแรงน้อยกว่านี้ ควรจะแขวนวัตถุที่ตำแหน่งใด

แนวคำตอบ



ให้ F_g เป็นแรงที่ นาย ก กระทำต่อคาน

F_x เป็นแรงที่ นาย ข กระทำต่อคาน

เมื่อให้จุดที่แขวนน้ำหนักเป็นจุดหมุน เมื่อคานอยู่ในสมดุล จะได้ว่า

ผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

$$F_g \times 3 = F_x \times 2$$

$$3 F_g = 2 F_x$$

$$\therefore F_g = \frac{2}{3} F_x \quad (1)$$

ทั้ง ก และ ข ออกแรงยกน้ำหนัก 300 นิวตัน

$$\therefore \text{ได้ว่า } F_g + F_x = 300 \text{ N}$$

แทนค่า F_g จากสมการ (1)

$$\frac{2}{3} F_x + F_x = 300 \text{ N}$$

$$F_x = 180 \text{ N}$$

$$\therefore F_g = 120 \text{ N}$$

หมายเหตุ น้ำหนัก 300 นิวตัน จะไม่ทำให้เกิดการหมุน ถ้าคิดจุด ค เป็นจุดหมุนเพราะไม่มีระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง เพราะแนวแรงผ่านจุดหมุน

ข้อเสนอแนะ เมื่อคานสมดุล ผลรวมของโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเสมอ เช่น คัดโมเมนต์รอบจุด ก

$$\begin{aligned} \text{แรง } 300 \text{ N ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา} &= 300 \text{ N} \times 3 \text{ m} \\ &= 900 \text{ N.m} \end{aligned}$$





แรง F_u ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา $= F_u \times 5 \text{ m}$

แรง F_n ไม่ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรง

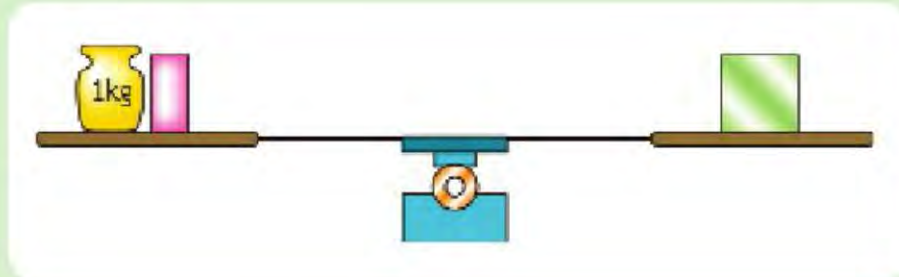
$$\therefore 900 \text{ N.m} = F_u \times 5 \text{ m}$$

$$F_u = 180 \text{ N}$$

$$F_n = 300 \text{ N} - 180 \text{ N} = 120 \text{ N}$$



21. สมดุล บนจานชามมีก้อนมวล 1 กิโลกรัม และอิฐครึ่งก้อน บนจานด้านขวามีอิฐหนึ่งก้อน มวลของอิฐหนึ่งก้อนเป็นเท่าใด



แนวคำตอบ

ให้ อิฐ 1 ก้อน มีมวล x กิโลกรัม

$\therefore$ น้ำหนักเป็น $10 x$ นิวตัน

อิฐ ครึ่งก้อนจะมีมวล $\frac{x}{2}$ กิโลกรัม

มีน้ำหนัก $5 x$ นิวตัน

คิดโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนเมื่อคานสมดุล

ผลรวมของโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

$$(10 x) \times \text{ความยาวแขนตาชั่ง} = (10 + 5 x) \times \text{ความยาวแขนตาชั่ง}$$

$$10 x = 10 + 5 x$$

$$5 x = 10$$

$$x = 2 \text{ Kg}$$

อิฐหนึ่งก้อนมีมวล 2 กิโลกรัม

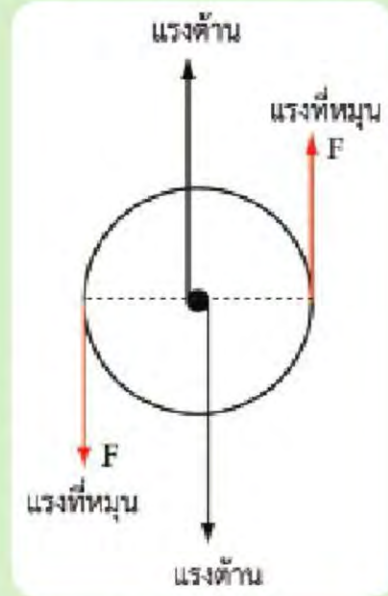




- ? 22. ล้อวงหนึ่งสามารถหมุนรอบแกนได้อย่างอิสระ ถ้ามีแรง 2 แรง ที่อยู่ในระนาบเดียวกันกับการหมุนของล้อขนาดเท่ากัน คือ 5 นิวตัน มากระทำกับวงล้อ ให้เขียนเวกเตอร์ของแรงที่กระทำต่อล้อ และทำให้ล้อหมุนได้



แนวคำตอบ เมื่อล้อเริ่มหมุนโมเมนต์ของแรง F เท่ากับโมเมนต์ของแรงต้าน แต่แรง F มีขนาดน้อยกว่าแรงต้าน เพราะห่างจากจุดหมุนมากกว่า



- ? 23. กิจกรรมต่างๆ ต่อไปนี้มีการใช้หลักของโมเมนต์ของแรงหรือไม่ อย่างไร



ก. การเปิดขวดที่มีลักษณะเป็นเกลียว ข. การใช้ตะเกียบช่วยคีบอาหาร



ค. การใช้ที่คีบน้ำแข็ง

ง. การใช้ค้อนถอนตะปู



คำถามท้ายบทที่ 1



แนวคำตอบ ทุกกิจกรรมใช้หลักการของโมเมนต์ของแรง ได้ว่า

ผลรวมของโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา = ผลของโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

ก. การเปิดขวดที่มีลักษณะเป็นเกลียว



F_1 เป็นแรงที่มือซ้ายกระทำต่อขวด

F_2 เป็นแรงที่มือขวากระทำต่อขวด

โมเมนต์ของแรง F_1 = โมเมนต์ของแรง F_2

ข. การใช้ตะเกียบช่วยคีบอาหาร



คิดที่ขาตะเกียบด้านบน

โมเมนต์ของแรงที่มือกดตะเกียบ เท่ากับ

โมเมนต์ของแรงที่อาหารดันตะเกียบ

ค. การใช้ที่คีบน้ำแข็ง



โมเมนต์ของแรงที่มือกดที่คีบน้ำแข็งเท่ากับ

โมเมนต์ของแรงที่น้ำแข็งอันที่คีบน้ำแข็ง

ง. การใช้ค้อนถอนตะปู



โมเมนต์ของแรงที่มือดึงค้อน เท่ากับ

โมเมนต์ของแรงที่ตะปูดึงค้อน

เลขจำนวนสอง



คำถามท้ายบทเพิ่มเติม



บทที่ 2 งานและพลังงาน

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียน
ศึกษา วิเคราะห์ และทดลองเกี่ยวกับ งาน กำลัง
พลังงานกล และการอนุรักษ์พลังงานกล

คำสำคัญ

- งาน
- กำลัง
- พลังงานกล
- พลังงานจลน์
- พลังงานศักย์โน้มถ่วง
- กฎการอนุรักษ์พลังงาน



บทที่ 2

งานและพลังงาน



จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบาย และคำนวณงานและกำลัง
- ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์
กฎการอนุรักษ์พลังงาน และการนำไปใช้ประโยชน์

หนังสือเรียนหน้า 37 - 52



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบาย และคำนวณงาน และกำลังได้
2. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน
และการนำไปใช้ประโยชน์



- | | | |
|--------------------------|-----------|---|
| 2.1 งาน | 2 ชั่วโมง | รวมเวลา
ที่ใช้
ในบทนี้
9 ชั่วโมง |
| 2.2 กำลัง | 2 ชั่วโมง | |
| 2.3 พลังงานกล | 3 ชั่วโมง | |
| 2.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน | 2 ชั่วโมง | |



กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้ภาพ ประกอบการถามนักเรียนดังนี้



ก. คนนั่งทำงาน



ข. ม้าลากรถ



ค. คนแบกกล่อง

? ตามความคิดของนักเรียน กิจกรรมในภาพใด มีการทำงานเกิดขึ้น

แนวคำตอบ กิจกรรมในภาพ ข ส่วนกิจกรรมในภาพ ก และ ค อาจมีนักเรียนส่วนหนึ่งเลือกเป็นคำตอบ ครูยังไม่เฉลยคำตอบว่า ภาพใดเกิดงานหรือไม่เกิดงาน แต่ควรนำไปเป็นประเด็นในการศึกษาหาคำตอบจากหัวข้อ 2.1

การออกแรงกระทำต่อวัตถุอาจทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างหรือเกิดการเคลื่อนที่ ถ้าเราพิจารณาเฉพาะแรงกับระยะทางที่อยู่ในแนวเดียวกับแรงจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้



2.1 งาน

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 2.1

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การออกแรงกระทำต่อวัตถุอาจทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างหรือเกิดการเคลื่อนที่

ครูถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม 2.1 ดังนี้

? นักเรียนคิดว่าถ้าเราพิจารณาเฉพาะแรงกับระยะทางที่อยู่ในแนวเดียวกับแรง ระยะทางกับแรงจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร



ก. คนนั่งทำงาน ข. ม้าลากรถ ค. คนแบกกล่อง

2.1 งาน

การออกแรงกระทำต่อวัตถุอาจทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างหรือเกิดการเคลื่อนที่ ถ้าเราพิจารณาเฉพาะแรงกับระยะทางที่อยู่ในแนวเดียวกับแรง ทั้งสองปริมาณจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 2.1 งาน

ให้อภิปรายเกี่ยวกับแรงและระยะทางที่เกิดขึ้น ในช่วงที่มีแรงกระทำในแต่ละกรณีต่อไปนี้

- 

คนผลักกล่องให้เคลื่อนที่
- 

คนดึงกล่องให้เคลื่อนที่

หนังสือเรียนหน้า 38



กิจกรรม 2.1

งาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
อธิบายความสัมพันธ์ของแรงกับระยะทาง



เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

ภาพจากกิจกรรม 2.1 ในหนังสือเรียน และครูอาจเพิ่มเติมภาพแสดงการทำงานใน
สถานการณ์ที่แตกต่างจากภาพในหนังสือเรียน

อภิปรายก่อนกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 2.1 และให้นักเรียนพยายามค้นหา
คำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
2. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม
แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนวิเคราะห์รายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่น
ทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของกลุ่มตัวเอง

ตัวอย่างผลของการทำกิจกรรม

1. ออกแรงผลักตู้ ตู้ไม่เคลื่อนที่ ไม่เกิดระยะทาง ไม่เกิดงาน
2. ออกแรงผลักกล่อง กล่องเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรง เกิดงาน
3. ลูกมะพร้าวเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงโน้มถ่วงของโลก เกิดงาน
4. คนออกแรงลากกล่องให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ เกิดงาน
5. คนออกแรงแบกสิ่งของ ทิศทางของแรงอยู่ในแนวตั้งแต่ระยะทางอยู่ในแนวระดับ
กรณีนี้ ไม่เกิดงาน
6. คนออกแรงแบกสิ่งของ ทิศทางของแรงอยู่ในแนวตั้ง เดินขึ้นบันได สิ่งของอยู่สูงจาก
พื้นจึงเกิดงานในแนวตั้ง แต่ไม่เกิดงานในแนวระดับ เหมือนสถานการณ์ข้อ 5





แรงกั้บระยะทาง

อภิปรายหลังกิจกรรม

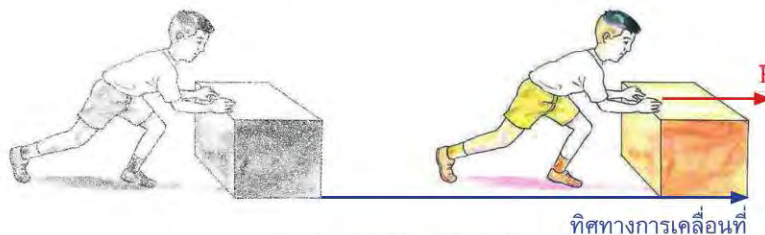
หลังจากนักเรียนทุกคนได้วิเคราะห์ผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

1.



คนผลักตู้ แต่ตู้ไม่เคลื่อนที่

2.



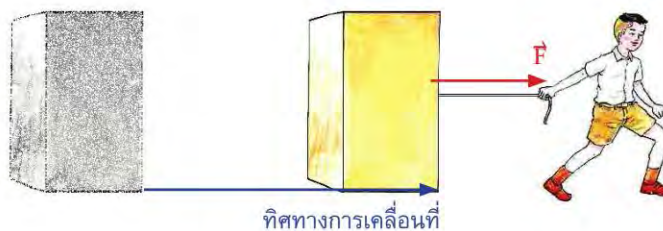
คนผลักกล่องให้เคลื่อนที่

3.



ลูกมะพร้าวตกลงสู่พื้น

4.



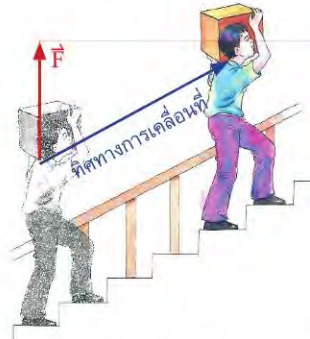
คนดึงเชือกลากกล่องให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ

5.



คนแบกของเดินในแนวระดับ

6.



คนเดินแบกของขึ้นบันได

? เมื่อเขียนเวกเตอร์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุในแต่ละภาพ นักเรียนได้ข้อสังเกตอะไรบ้าง

แนวคำตอบ งานจะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงกระทำให้อัตถุเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงลัพธ์ หรือ แรงย่อย

? ภาพในข้อใดที่วัตถุเคลื่อนที่โดยระยะทางกับแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน

แนวคำตอบ ภาพ 2, 3 และภาพ 4

สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ตามจุดประสงค์การทดลองที่ตั้งไว้ ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้ งานเกิดจากการออกแรงกระทำให้อัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงกระทำ แรงดังกล่าวอาจเป็นแรงลัพธ์ หรือแรงย่อย ที่มีทิศทางตามแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ

การขยายความรู้

ครูเพิ่มเติมความรู้นอกเหนือจากกิจกรรม โดยอธิบายว่า การออกแรงกระทำให้อัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางในแนวเดียวกับแรง โดยที่ทิศทางการเคลื่อนที่และทิศทางของแรงอยู่ในแนวเดียวกัน ในทางวิทยาศาสตร์ถือว่าม้งาน (work; W) เกิดขึ้น โดยงานเป็นปริมาณสเกลาร์ สามารถหาค่าของงานได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเดียวกับแรง เขียนเป็นสมการได้ดังนี้



งาน = ขนาดของแรง x ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแรง

$$W = F s$$

เมื่อ F คือ ขนาดของแรงที่ทำให้เกิดงาน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

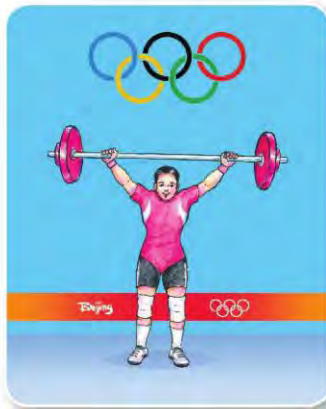
s คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

W คือ งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ จูล (J)

ครูถามนักเรียนดังนี้

? จากกิจกรรม 2.1 กิจกรรมในข้อใดทำให้เกิดงานหรือมีการทำงานเกิดขึ้น ตามหลักทางวิทยาศาสตร์ และแสดงเหตุผลประกอบ

แนวคำตอบ กิจกรรมที่เกิดงานได้แก่กิจกรรมข้อ 2, 3, 4 และ 6 เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าว ระยะทางที่เกิดขึ้นอยู่ในแนวทิศทางของแรงลัพธ์หรือแรงย่อย



ภาพ 2.1 การยกน้ำหนัก

? จากภาพ 2.1 การยกน้ำหนัก

ถ้าแบ่งขั้นตอนการยกน้ำหนักออกเป็น 2 ช่วงดังนี้

- ช่วงที่ 1 ตั้งแต่ยกยกน้ำหนักออกแรงจับคานบาร์เบลแล้วยกขึ้นไปเหนือศีรษะ
- ช่วงที่ 2 ยกน้ำหนักออกแรงจับคานบาร์เบลไว้หนึ่งเหนือศีรษะ

ในช่วงใดที่เกิดงานขึ้นจากการยกน้ำหนัก

แนวคำตอบ

ช่วงที่ 1 เกิดงาน วัตถุหรือบาร์เบลเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรง

ช่วงที่ 2 ไม่เกิดงานเพราะออกแรง แต่วัตถุไม่เคลื่อนที่

ครูอธิบายเพิ่มเติมดังนี้

งานในความหมายทางวิทยาศาสตร์กับงานในความหมายของคนทั่วไปแตกต่างกัน การออกแรงทำกิจกรรมบางอย่าง เช่น การออกแรงยกบาร์เบลให้อยู่เหนือศีรษะ ดังภาพ 2.1 จะมีการทำงานเกิดขึ้นในช่วงที่ 1 เท่านั้น ส่วนช่วงที่ 2 ไม่เกิดงานเนื่องจากวัตถุไม่เคลื่อนที่ สำหรับการเดินหิ้วกระเป๋าในแนวระดับนั้น คนทั่วไปมักคิดว่าเป็นการทำงาน แต่ในทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมดังกล่าวไม่ทำให้เกิดงาน เพราะไม่มีระยะทางเกิดขึ้นในแนวเดียวกับแรงที่หิ้วกระเป๋า

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่าง 2.1 ตัวอย่าง 2.2 และ ตัวอย่าง 2.3 ในหนังสือเรียน

จากนิยามของงานในทางวิทยาศาสตร์ นำมาวิเคราะห์งานในตัวอย่าง 2.3 เมื่อพิจารณาในแนวระดับไม่เกิดงาน เพราะกล่องไม่ได้เคลื่อนที่ตามแนวแรง แต่เกิดงานในแนวดิ่งเพราะทิศทางของแรงและการเคลื่อนที่ของกล่องอยู่ในแนวเดียวกัน (1.5 เมตร)



2.2 กำลัง



ประวัติโดยย่อของเจมส์ จูล

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนศึกษาอัตราการทำงาน หรือกำลัง



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายและคำนวณกำลังได้
2. เปรียบเทียบกำลังของคน สัตว์ หรือเครื่องมือกลได้



เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

ในการยกกล่องขึ้นโต๊ะใช้เวลา 5 วินาที 10 วินาที หรือ 15 วินาที คนยกกล่องสามารถทำได้เท่ากัน แต่ความสามารถในการทำงานไม่เท่ากัน ความสามารถในการทำงานพิจารณาได้จากกำลัง ซึ่งจะได้ศึกษาในหัวข้อ 2.2

2.2 กำลัง

ความสามารถในการทำงานของคน สัตว์ หรือเครื่องมือกล สามารถเปรียบเทียบได้จากอัตราส่วนระหว่างงานที่ได้กับเวลาที่ใช้ในการทำงาน อัตราส่วนนี้เรียกว่า กำลัง (power; P) ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

$$\text{กำลัง} = \frac{\text{งานที่ทำได้}}{\text{เวลาที่ใช้}} \quad \text{หรือ} \quad P = \frac{W}{t}$$

เมื่อ W คือ งานที่ทำได้ มีหน่วยเป็นจูล (J)
t คือ เวลาที่ใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็น วินาที (s)
P คือ กำลัง มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (W)

ถ้าพิจารณาการทำงานของคนยกกล่องให้ขึ้นโต๊ะจากพื้นราบจนถึงมือคนยกกล่องได้ 1 เมตร สูง 1.000 เมตร ซึ่งสูงจากพื้นราบประมาณ 10 เมตร ในเวลา 5 วินาที ส่วนคนยกสัตว์ 2 ยกขึ้นเดียวกัน ณ สถานที่เดียวกัน สูงจากพื้นเท่ากัน แต่ใช้เวลา 10 วินาที นักเรียนคิดว่าคนยกกล่องควรมีความสามารถในการทำงานเท่ากันหรือไม่ จะเปรียบเทียบได้อย่างไร

บทที่ 2 งานและพลังงาน

หนังสือเรียนหน้า 43





แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการนำอภิปรายว่า ถ้าพิจารณาการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าสองตัวทำงานแบบเดียวกัน กล่าวคือ

มอเตอร์ตัวที่ 1 ยกวัตถุมวล 1000 กิโลกรัม ขึ้นสูงจากพื้นเป็นระยะทาง 10 เมตร ในเวลา 5 วินาที
มอเตอร์ตัวที่ 2 ยกวัตถุเดียวกัน ณ สถานที่เดียวกัน สูงจากพื้นเท่ากัน แต่ใช้เวลา 10 วินาที
ครูถามนักเรียนดังนี้



นักเรียนคิดว่ามอเตอร์สองตัวนี้มีความสามารถในการทำงานเท่ากันหรือไม่ จะเปรียบเทียบได้อย่างไร

แนวคำตอบ ความสามารถในการทำงานของมอเตอร์ทั้งสองไม่เท่ากัน มอเตอร์ตัวที่ 1 ใช้เวลาน้อยกว่า

ครูอธิบายต่อว่า ความสามารถในการทำงานของคน สัตว์ หรือเครื่องจักร สามารถเปรียบเทียบได้จากอัตราส่วนระหว่างงานที่ทำได้กับเวลาที่ใช้ในการทำงาน อัตราส่วนนี้เรียกว่า กำลัง (power; P) ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

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

เมื่อ W คือ งานที่ทำได้ มีหน่วยเป็นจูล (J)

t คือ เวลาที่ใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็น วินาที (s)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่าง 2.4 ในหนังสือเรียน

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมตามกรอบความรู้เพิ่มเติมในหนังสือเรียน และให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับหน่วย กำลังม้า (horse power) แล้วนำมาเสนอในลักษณะเล่าสู่กันฟัง หรือนำผลการสืบค้นไปปิดบนป้ายประกาศของห้อง





2.3 พลังงานกล

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนศึกษาเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงพลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน และการนำไปใช้ประโยชน์



สำคัญ

- พลังงานกล
- พลังงานจลน์
- พลังงานศักย์
- กฎการอนุรักษ์พลังงาน

กำลังเป็นปัญหาของนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับพลังงานที่ต่ำ และเวลาที่ใช้ในการทำงาน การวัดจึงเป็นปริมาณที่ช่วยอธิบายการทำงานของคน สัตว์ เครื่องจักร หรือใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องกล ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำงานได้โดยใช้พลังงาน พลังงานกลประกอบด้วยพลังงานจลน์และพลังงานศักย์



2.3 พลังงานกล

ชีวิตประจำวันของเรามีหลายเรื่องเกี่ยวกับการออกแรงและการใช้พลังงานหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การใช้พลังงานความร้อนในการปรุงอาหาร การใช้พลังงานไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้พลังงานเคมีจากเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนยานพาหนะ เป็นต้น

ถ้าพิจารณาการทำงานของคนหรือสัตว์ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ทำให้เกิดแรงผลักดันถูกส่งไปขับเคลื่อนยานพาหนะ จากจุดศูนย์กลางของล้อไปยังเพลา ทำให้เกิดการหมุน แรงจากการหมุนของเพลาเพลาอีกด้านหนึ่ง ทำให้ล้อหมุน รอกหรือเครื่องอื่นก็ได้ จะเห็นว่างานกับพลังงานมีความเกี่ยวข้องกัน

พลังงานเป็นปริมาณที่บอกถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานจะถูกส่งจากผู้ใดจากความสามารถในการทำงานของวัตถุหนึ่ง วัตถุหนึ่งจะได้อาศัยความสลับเปลี่ยนของพลังงานรูปต่างๆ จากอีกวัตถุหนึ่ง

กิจกรรม 2.2 พลังงานจากการตกของวัตถุ



1. มีลูกตุ้มและลูก 2 ลูกขนาดเท่ากัน พร้อมกันจากระดับความสูงเท่ากัน ลงสู่พื้น กระทั่งลูกตุ้มทั้งสองลูกมาถึงพื้น ดังภาพ ก สังเกตการเปลี่ยนแปลงของวิถีการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มทั้งสองลูก

หนังสือเรียนหน้า 46



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์
2. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน และการนำไปใช้ประโยชน์



เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับ การออกแรงและการใช้พลังงานหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การใช้พลังงานความร้อนหุงต้มอาหาร การใช้พลังงานไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้พลังงานเคมีจากเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนยานยนต์ เป็นต้น



ครูเชื่อมโยง งานกับพลังงาน โดยร่วมอภิปรายกับนักเรียนว่า ถ้าพิจารณาการทำงานของรถยนต์ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในกระบอกสูบทำให้เกิดแรงอัดดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ไปมาในกระบอกสูบ งานจากลูกสูบถ่ายทอดไปยังเพล่า ทำให้เพล่าหมุน งานจากการหมุนของเพล่าถ่ายทอดไปยังล้อ ทำให้ล้อหมุน รถยนต์จึงเคลื่อนที่ได้ จะเห็นว่างานกับพลังงานมีความเกี่ยวข้องกัน

ครูอธิบายว่า พลังงานเป็นปริมาณที่บ่งบอกถึงความสามารถในการทำงาน

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 2.2 โดยการถามนักเรียนดังนี้

? นักเรียนคิดว่า พลังงานรูปต่างๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.2

กิจกรรม 2.2

พลังงานจากการตกของวัตถุ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

อธิบาย พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการตกของวัตถุ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ลูกเหล็ก	1 ลูก
2. กระดาษทรายพร้อมทราย	1 ถาด
3. ไม้เมตร	1 อัน

*ครูควรตรวจอุปกรณ์ทุกชนิดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

อภิปรายก่อนกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ทรายที่ใช้ทดลองเป็นทรายที่ร่วนไม่จับตัวกัน ใส่ให้เต็มกระบะ ปาดผิวทรายให้เรียบ แล้วเคาะกระบะ 3 - 4 ครั้ง เพื่อลดช่องว่างระหว่างเม็ดทราย



2. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 2.2 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

3. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



ลูกเหล็กขนาดและมวลเท่ากัน ตกลงมาจากระดับความสูงเท่ากัน จมในทรายเท่ากัน หรือเกิดหลุมทรายลึกเท่ากัน



ลูกเหล็กขนาดเท่ากัน และมวลเท่ากัน ตกลงมาจากระดับความสูงต่างกันสองเท่า ลูกเหล็กที่ตกจากระดับที่สูงกว่าจมในทรายมากกว่า หรือเกิดหลุมทรายลึกกว่า



ลูกเหล็ก และลูกแก้วหรือลูกพลาสติกขนาดเท่ากัน มวลต่างกัน ตกจากระดับความสูงเท่ากัน ลูกเหล็กมวลมากกว่าจมในทรายมากกว่าหรือเกิดหลุมทรายลึกกว่า



อภิปรายหลังกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? การตกของลูกกลมเหล็กที่ระดับความสูงต่างกัน มีผลต่อผิวทรายอย่างไร

แนวคำตอบ การตกของลูกกลมเหล็กจากระดับสูงมากกว่า ทำให้เกิดหลุมทรายลึกกว่า (ลูกเหล็กจมในทรายมากกว่า)

? ระดับความสูงของวัตถุ มีความสัมพันธ์กับพลังงานที่อยู่ในวัตถุอย่างไร

แนวคำตอบ ระดับความสูงมากกว่า ทำให้ลูกเหล็กจมในผิวทรายมากกว่าหรือเกิดงานมากกว่า เนื่องจากพลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน แสดงว่าวัตถุที่อยู่ในระดับความสูงมากกว่ามีพลังงานมากกว่า

? มวลของลูกกลมมีผลต่อการจมในทรายหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มวลของลูกกลมมีผลต่อการจมในทราย ลูกกลมที่มีมวลมากกว่าจมในทรายได้ลึกกว่า

? มวลของวัตถุ มีความสัมพันธ์กับพลังงานที่อยู่ในวัตถุอย่างไร

แนวคำตอบ วัตถุที่มีมวลมากจะสะสมพลังงานได้มากกว่า

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆ เช่น เมื่อวัตถุตกด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว ถ้าปล่อยวัตถุจากระดับความสูงมากขึ้น ความเร็วของวัตถุขณะสัมผัสผิวพื้นจะมีค่ามากขึ้นด้วย เมื่อปล่อยลูกเหล็กให้ตกบนผิวทราย พบว่าระดับความสูงของลูกเหล็กจะมีผลต่อระยะการจมในผิวทราย ถ้าปล่อยลูกเหล็กที่ระดับความสูงมากขึ้น ลูกเหล็กจะจมในผิวทรายมากขึ้น และถ้ามวลของลูกเหล็กมีค่ามากขึ้น จะส่งผลต่อระยะการจมในผิวทรายมากขึ้น แสดงว่าพลังงานที่เกิดกับลูกเหล็กจะสัมพันธ์กับมวลและระดับความสูงที่ปล่อยลูกเหล็ก



สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ตามจุดประสงค์การทดลองที่ตั้งไว้ ซึ่งควรจะสรุปได้ดังนี้

1. วัตถุที่ตกจากตำแหน่งที่มีระดับสูงมากกว่า มีพลังงานมากกว่าวัตถุที่มีขนาดและมวลเท่ากัน แต่ตกจากระดับต่ำกว่า
2. วัตถุที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีมวลมากกว่า เมื่อตกจากระดับสูงเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานมากกว่า

การขยายความรู้

ครูอธิบายว่า พลังงานของวัตถุขณะที่มีการเคลื่อนที่เรียกว่า พลังงานจลน์ (kinetic energy) ดังนั้นขณะที่ลูกเหล็กเคลื่อนที่ก็จะมีพลังงานจลน์เกิดขึ้น

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในชีวิตประจำวันเราเกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์ เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มเหล็กที่ติดกับบันจันที่ใช้ในการตอกเสาเข็ม การเคลื่อนที่ของน้ำที่ไหลไปกระทบกังหันน้ำช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เมื่อพิจารณาดำแหน่งที่ปล่อยลูกกลมเหล็กเทียบกับผิวทราย จะพบว่าถ้าตำแหน่งที่ปล่อยสูงมากขึ้น จะทำให้ลูกกลมเหล็กมีพลังงานจลน์ขณะสัมผัสผิวทรายมากขึ้น ดังนั้นตำแหน่งที่ปล่อยลูกกลมเหล็กจึงเกี่ยวข้องกับพลังงานของลูกกลมเหล็ก

ครูให้ความรู้่ว่า วัตถุที่อยู่ห่างจากระดับอ้างอิงในแนวดิ่ง เช่น วัตถุอยู่สูงจากพื้นโลกโดยให้พื้นโลกเป็นระดับอ้างอิง วัตถุนั้นจะมีพลังงานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งเรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง (gravitational potential energy)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากพลังงานศักย์โน้มถ่วง เช่น การกักเก็บน้ำในถังเก็บน้ำของประปาหมู่บ้าน ต้องเก็บไว้ในที่สูง เพื่อให้มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมาก ซึ่งจะช่วยให้มีพลังงานเพียงพอในการส่งน้ำไปยังบ้านเรือนในหมู่บ้านอย่างทั่วถึง

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า นอกจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้วยังมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น โดยพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ เป็นพลังงานที่เกิดจากการทำงาน ซึ่งเรียกว่า พลังงานกล (mechanical energy)





2.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

ในหัวข้อนี้มีจุดประสงค์ให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน



แนวความคิดหลัก

พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหายหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ แต่เปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เรียกว่า กฎการอนุรักษ์พลังงาน

ในสนามโน้มถ่วง พลังงานกลของวัตถุแต่ละตำแหน่งมีค่าคงตัวเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง



2.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

พลังงานเป็นสิ่งที่บอกถึงความสามารถในการทำงาน มีหลายรูป เช่น พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง พลังงานเคมี พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น พลังงานไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ และไม่สามารถทำให้สูญหายไป แต่สามารถเปลี่ยนรูปได้ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน (law of conservation of energy) เช่น หอคอยไต่เขาเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสง และพลังงานความร้อน



ภาพ 2.3 การกักเก็บน้ำในเขื่อนขนาดใหญ่เพื่อผลิตไฟฟ้า



จากภาพ 2.3 พลังงานมีการเปลี่ยนรูปอย่างไรบ้าง

การกักเก็บน้ำไว้เหนือเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการเปลี่ยนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์ เมื่อปล่อยน้ำลงเพื่อผลิตไฟฟ้า พลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำในกังหันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และพลังงานจลน์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

บทที่ 2 วิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนหน้า 49



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



การเปลี่ยนพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปราย ชักถาม ทบทวนความรู้เกี่ยวกับพลังงานกล ซึ่งควรจะได้ข้อสรุปว่า พลังงานกล เป็นพลังงานที่เกิดจากการทำงาน ซึ่งประกอบด้วยพลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์ จากนั้นครูให้นักเรียนพิจารณาภาพ 2.3 ในหนังสือเรียนแล้วตอบคำถาม

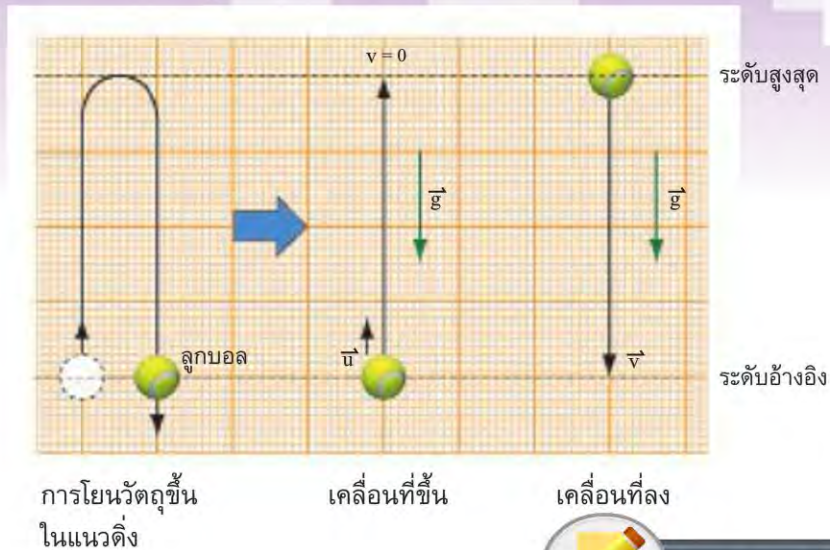


จากภาพ 2.3 พลังงานมีการเปลี่ยนรูปอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ พลังงานศักย์ของน้ำหลังเขื่อน เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ขณะน้ำไหลลงมาบริเวณหน้าเขื่อน

ต่อจากนั้นครูสาธิตโยนลูกบอลขึ้นในแนวตั้งและรับลูกบอลที่ระดับเดิม ให้นักเรียนสังเกตแนวทางการเคลื่อนที่ของลูกบอลทั้งขาขึ้นและขาลง ครูควรเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ตามภาพ 2.4 ในหนังสือเรียนขึ้นบนกระดานหรือจัดแสดงภาพเคลื่อนที่จากสื่ออื่นๆ และแยกพิจารณาการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ตอน คือ ช่วงเคลื่อนที่ขึ้น และช่วงเคลื่อนที่ลง โดยเขียนเวกเตอร์ของความเร่งโน้มถ่วงของโลกประกอบภาพ ครูอาจให้นักเรียนบรรยายการเคลื่อนที่ของลูกบอลซึ่งควรจะสามารถบรรยายได้ดังนี้





การโยนวัตถุในแนวตั้ง

V = ขนาดความเร็วของลูกบอลภายหลังการโยน

u = ขนาดความเร็วของลูกบอลขณะโยนขึ้น

การเคลื่อนที่ขึ้น เมื่อโยนลูกบอลขึ้นไปในแนวตั้ง ทันทีที่ลูกบอลเป็นอิสระไม่สัมผัสมือ ความเร็วของลูกบอลมีทิศทางขึ้นตรงข้ามกับทิศทางของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก จึงทำให้เคลื่อนที่ช้าลง จนมีขนาดความเร็วเป็นศูนย์ที่ระดับสูงสุด

การเคลื่อนที่ลง หลังจากลูกบอลเคลื่อนที่ในแนวตั้งถึงตำแหน่งสูงสุด ทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกบอลมีทิศทางลงเหมือนกับทิศทางของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก จึงทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่เร็วขึ้นจนกระทบมือที่ระดับอ้างอิง

จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถาม

? จากภาพ 2.4 ในกรณีที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ขึ้น พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น พลังงานจลน์ของวัตถุลดลงจนเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุขึ้นไปได้สูงสุด ในขณะเดียวกันพลังงานศักย์ของวัตถุเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความสูง และพลังงานศักย์ของวัตถุมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุขึ้นไปได้สูงสุด

? จากภาพ 2.4 ในกรณีที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ลง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ลง พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุด ขณะที่วัตถุตกลงมากระทบมือ ส่วนพลังงานศักย์ของวัตถุลดลงตามระดับความสูงและพลังงานศักย์ของวัตถุมีค่าน้อยที่สุด เมื่อวัตถุเคลื่อนที่มากกระทบมือ

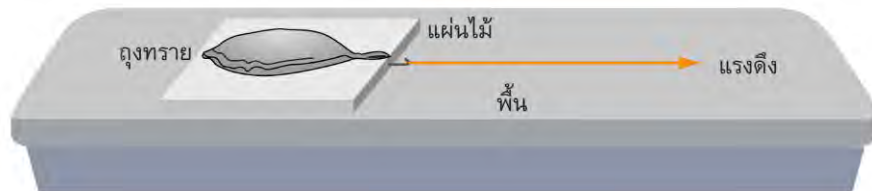


? จากภาพ 2.4 ในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ขึ้นและลง พลังงานกลของวัตถุที่แต่ละตำแหน่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นและลง พลังงานกลของวัตถุแต่ละระดับมีค่าคงที่

ภายหลังการตอบคำถาม ครูควรเน้นให้เห็นว่า การที่พลังงานกลรวมของวัตถุในแต่ละระดับมีค่าคงที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล ซึ่งจะใช้ได้ในกรณีที่ไม่มีพลังงานกลเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานความร้อน หรือพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล

ครูควรยกสถานการณ์เพิ่มเติมด้วยการสาธิตประกอบคำถาม และให้นักเรียนพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวระดับ เช่น การดึงแผ่นไม้ที่บรรจุลูกตุ้มทรายไปตามพื้นราบด้วยความเร็วคงตัว



ภายหลังการสาธิตดึงแผ่นไม้และตุ้มทรายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ครูถามนักเรียนว่า

? การสาธิตนี้มีการทำงานหรือไม่

แนวคำตอบ มีการทำงานเกิดขึ้น เพราะมีแรงกระทำ และวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางค่าหนึ่งตามแนวแรง

? พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้นหรือไม่

แนวคำตอบ ไม่เพิ่ม เพราะความเร็วคงตัว

? พลังงานศักย์ของวัตถุเพิ่มขึ้นหรือไม่

แนวคำตอบ ไม่เพิ่มขึ้น เพราะเคลื่อนที่ในระดับเดิม

? งานที่ทำการลากแผ่นไม้และตุ้มทรายหายไปไหน

แนวคำตอบ งานที่ทำเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนจากแรงเสียดทาน ทำให้พื้นและแผ่นไม้ร้อนขึ้น

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ตลอดการเคลื่อนที่พลังงานจลน์ของวัตถุไม่เปลี่ยน เนื่องจากพลังงานจลน์ของวัตถุที่มวลคงที่ขึ้นกับความเร็ว ดังสมการ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

เมื่อ E_k = พลังงานจลน์ของวัตถุ

m = มวลของวัตถุ

v = อัตราเร็วของวัตถุ

กิจกรรมเพิ่มเติม

ภายหลังการตอบคำถามที่ว่า งานที่ทำในการลากแผ่นไม้และถุงทรายหายไปไหน ครูอาจให้นักเรียนใช้มือซ้ายและมือขวาขัดสีกันแรงๆ หลายๆ ครั้ง แล้วถามความรู้สึกที่ได้จากการขัดสี ซึ่งนักเรียนสามารถรู้ถึงความร้อนที่เกิดขึ้น

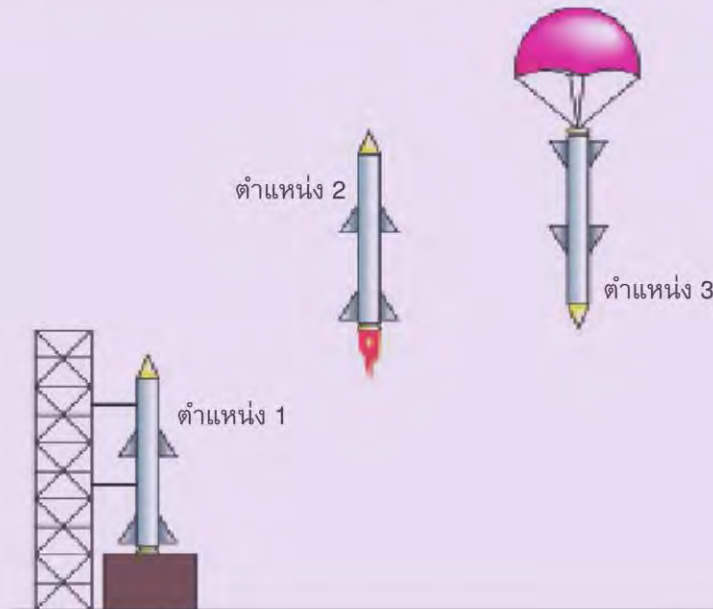
ครูอภิปรายเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่า การศึกษาในชั้นนี้จำกัดเฉพาะการอนุรักษ์พลังงานกลเท่านั้น ในธรรมชาติพลังงานต่างๆ อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป

จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท ข้อ 1 ถึง ข้อ 3





1. ภาพแสดงการปล่อยจรวดจากโลกและกลับสู่โลก



ก. แรงโน้มถ่วงกระทำต่อจรวดขณะอยู่ที่ตำแหน่งใด

แนวคำตอบ แรงโน้มถ่วงกระทำต่อจรวดทุกตำแหน่ง เพราะจรวดอยู่ในสนามโน้มถ่วง

ข. พลังงานจลน์ของจรวดมีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่งใด

แนวคำตอบ พลังงานจลน์มีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่ง 2 เพราะกำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วมากกว่าตำแหน่งอื่นๆ (ตำแหน่ง 3 มีร่มมาชะลอความเร็ว)



2. จงบอกวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. ผลไม้บางชนิดเมื่อแก่จัดจะมีน้ำหนักมาก เช่น ทุเรียน ส้มโอ การมีน้ำหนักมากทำให้กิ่งที่อยู่ติดกับก้านของผลหักหรือฉีกขาด ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิตของเกษตรกร

แนวคำตอบ นำไม้มาค้ำยันกิ่งของต้นไม้ เพื่อช่วยรับแรงบางส่วน ทำให้ลดแรงที่กระทำบนกิ่งไม้ เพื่อไม่ให้กิ่งไม้หัก หรือฉีกขาด



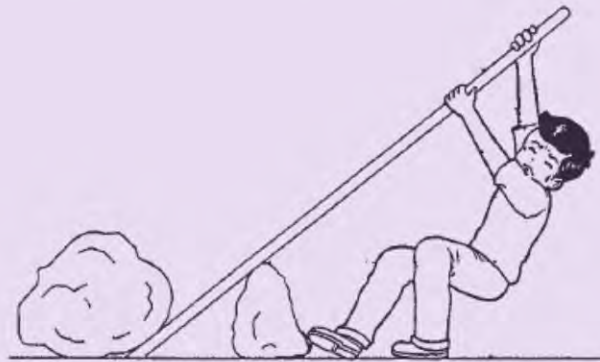


ข. ในชุมชนหรือในท้องถิ่นที่มีลำธารน้ำไหล ปริมาณน้ำในลำธารจะมีมากในช่วงฤดูฝน และมีน้อยในช่วงฤดูแล้ง ทำให้การใช้ประโยชน์จากน้ำในแต่ละปีเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ถ้าจะนำความรู้เรื่องพลังงานกลมาใช้ในการวางแผนการจัดการแหล่งน้ำดังกล่าว จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ จากความรู้เรื่องพลังงานศักย์ วัตถุที่อยู่สูงจะมีพลังงานศักย์มาก ดังนั้นน้ำที่อยู่ที่สูงจะไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า ในขั้นตอนนี้ พลังงานศักย์บางส่วนเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ และจะไหลผ่านไป ดังนั้นจึงควรสร้างฝายหรือเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำเอาไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง ที่มีน้ำน้อย

ค. ถ้ามีต้นไม้ใหญ่ล้มขวางถนน ทำให้นานพาหนะไม่สามารถเดินทางผ่านได้ จะใช้ความรู้เรื่องพลังงานกลแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างไร

แนวคำตอบ คล้องเชือกกับต้นไม้สูง ปลายด้านหนึ่งผูกกับต้นไม้ที่ล้มขวาง ปลายอีกด้านหนึ่งติดกับท้ายรถยนต์ สตาร์ทเครื่องให้รถเดินหน้า เชือกจะดึงต้นไม้ใหญ่ให้ตั้งขึ้น โดยไม่กีดขวางถนน
อาจใช้หลักการของโมเมนต์ โดยใช้คานมางัดต้นไม้ใหญ่นี้



หมายเหตุ ครูอาจจะเพิ่มวิธีการแก้ไขปัญหานี้ โดยการลดแรงเสียดทานระหว่างต้นไม้ที่ล้มขวางทางกับพื้น เมื่อลดขนาดแรงดึงที่ทำให้ต้นไม้เคลื่อนที่พ้นทางที่จะให้รถผ่าน





? 3. คนงานออกแรงผลักกล่องด้วยแรงคงตัว 200 นิวตัน ให้เคลื่อนที่เป็นระยะทาง 10 เมตร จงหา

ก. งานที่คนทำงาน

แนวคำตอบ

$$\begin{aligned}\text{งานที่ทำ} &= \text{แรง} \times \text{ระยะทางที่กล่องเคลื่อนที่ตามแนวแรง} \\ &= (200 \text{ N}) \times (10 \text{ m}) \\ &= 2000 \text{ N.m หรือ J}\end{aligned}$$

งานที่คนทำงานเท่ากับ 2000 จูล

ข. ถ้าใช้เวลาในการผลักกล่อง 4 วินาที คนงานมีกำลังเท่าใด

แนวคำตอบ

หากำลังของคนงานที่ออกแรงผลักกล่องเป็นเวลา 4 วินาที

$$\begin{aligned}\text{กำลัง} &= \frac{\text{งานที่ทำ}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{2000}{4} \quad \frac{\text{J}}{\text{s}} \\ &= 500 \text{ J/s หรือ W}\end{aligned}$$

คนงานมีกำลัง 500 วัตต์



บทที่ 3 พลังงานไฟฟ้า



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับวงจรไฟฟ้าในบ้าน
4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้า
5. สืบค้นข้อมูลและคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และคิดค่าไฟฟ้า
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายหลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัยและประหยัด
7. ทดลองและอธิบายสมบัติเบื้องต้นของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บางชนิด เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์
8. ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับใช้ประโยชน์ต่างๆ



หนังสือเรียนหน้า 53 - 85



3.1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	5 ชั่วโมง	รวมเวลา ที่ใช้ ในบทนี้ 20 ชั่วโมง
3.2 วงจรไฟฟ้าในบ้าน	5 ชั่วโมง	
3.3 พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	3 ชั่วโมง	
3.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	7 ชั่วโมง	



แนวความคิดหลัก

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เช่น เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงด้วยหลอดไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลด้วยมอเตอร์และในการผลิตพลังงานจะมีต้นทุนในการผลิต ซึ่งผู้ใช้ต้องซื้อพลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิต ในฐานะที่เป็นผู้ใช้ไฟฟ้า นักเรียนควรจะรู้จักวิธีการคิดค่าพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้พลังงานเท่าใดนั้น มีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้ในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่ากำลังไฟฟ้า จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีการพัฒนางจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรไฟฟ้า ส่วนประกอบที่สำคัญของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์

3.1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้ทดลอง รวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบ และอธิบายเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับการต่ออุปกรณ์ หลอดไฟ เข้าใจในวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น การวัดพลังงานไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าและหาค่าความต้านทานของตัวต้านทาน



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าของแหล่งกำเนิด กับความต่างศักย์และความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดและกระแสไฟฟ้าในวงจร
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง



เวลาที่ใช้ 5 ชั่วโมง



หนังสือเรียนหน้า 55



คำสำคัญ

- ความต่างศักย์
- กระแสไฟฟ้า
- ความต้านทาน





แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนความรู้ของนักเรียนที่เรียนผ่านมาแล้วเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น และอาจจะใช้คำถามต่อไปนี้

? ที่บ้านของนักเรียนใช้พลังงานไฟฟ้าทำอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแสงสว่างด้วยหลอดไฟ ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความร้อนด้วยเตาไฟฟ้าหรือเตารีด เป็นต้น

ครูนำการอภิปรายโดยใช้ภาพ 3.1 ใช้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม 3.1

? นักเรียนคิดว่า ถ้านำหลอดไฟมาเพิ่มอีก 1 หลอด ต่อเข้าในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายดังรูป จะมีวิธีต่ออย่างไรบ้าง และความสว่างของแสงที่ได้จากหลอดไฟในการต่อแต่ละแบบ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.1

กิจกรรม 3.1 การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าในวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและอธิบายวิธีการต่อหลอดไฟ 2 หลอด เข้าในวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นแบบต่างๆ และเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟในการต่อแต่ละแบบได้



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2. หลอดไฟฟ้าขนาด 6V	2 หลอด
3. ฐานหลอดไฟ	2 อัน
4. สวิตช์	1 อัน
5. สายไฟฟ้า	6 - 8 เส้น



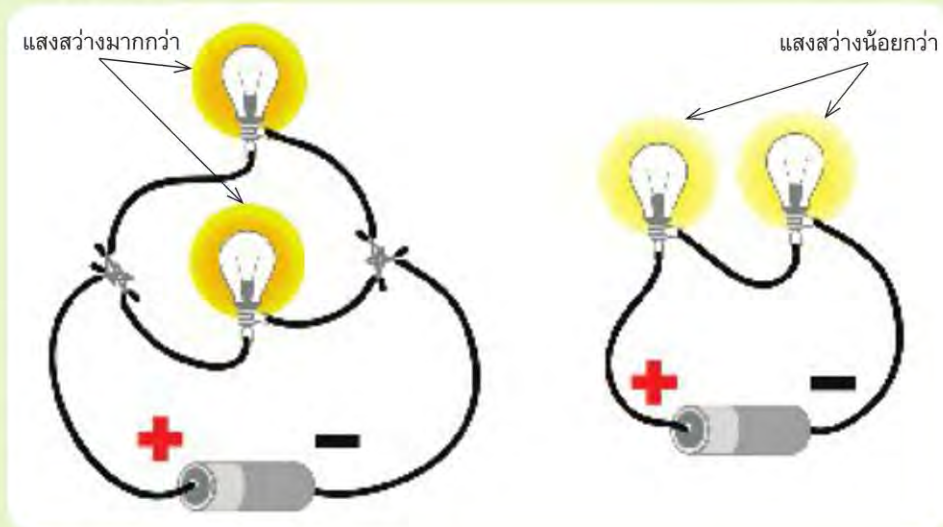
การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ การใช้สายไฟฟ้า ฐานหลอดไฟ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.1 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม หรืออาจให้นักเรียนตั้งจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมเอง ซึ่งนักเรียนอาจจะตั้งจุดประสงค์ดังตัวอย่างต่อไปนี้
 - เพื่อศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่างๆ และเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้าในการต่อแต่ละแบบ
3. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ของหม้อแปลง และย้ำให้นักเรียนใช้สวิตช์ของหม้อแปลงเพื่อปิด-เปิดวงจร
4. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้อง และให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

1. การต่อหลอดไฟฟ้าเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า พบว่า มีวิธีการต่อ 2 แบบที่สามารถทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้



- การต่อขนานกัน หรือต่อแบบขนาน - การต่อเรียงกัน หรือการต่อแบบอนุกรม

เมื่อสังเกตความสว่างของแสงจากหลอดไฟฟ้า พบว่า การต่อแบบขนาน หลอดไฟทั้งสองจะสว่างกว่าการต่อแบบอนุกรม

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายกิจกรรมดังต่อไปนี้

? จากกิจกรรม 3.1 นักเรียนนำหลอดไฟฟ้า 2 หลอด มาต่อกันแบบใดบ้างที่ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่าง

แนวคำตอบ แบบอนุกรม และ แบบขนาน

? เมื่อกดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในวงจรไฟฟ้าแต่ละแบบที่มีหลอดไฟฟ้า 2 หลอด ความสว่างของหลอดไฟฟ้าแต่ละวงจรเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ การต่อแบบขนาน หลอดไฟฟ้าทั้งสองจะสว่างมากกว่าการต่อแบบอนุกรม

? การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนานเข้าในวงจรไฟฟ้า มีข้อดีอย่างไร

แนวคำตอบ การต่อแบบขนาน หลอดไฟจะสว่างมากกว่า หรือกระแสไฟฟ้าในวงจรมากกว่า

นอกจากนี้ นักเรียนหรือครูอาจจะมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมหรือร่วมกันอภิปรายว่า ในการต่อแบบขนานนั้น หากหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งขัดข้อง หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง แต่ถ้าต่อแบบอนุกรม หากหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งบกพร่อง วงจรไฟฟ้าก็ไม่สามารถทำงานได้



กิจกรรมเสนอแนะ

ครูนำอภิปรายเพื่อขยายความรู้จากการกิจกรรมในประเด็นต่างๆ เช่น การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ต่อกันแบบอนุกรมหรือขนาน สังเกตจากอะไร การเสียบปลั๊กมเตารีด เข้ากับเตารีดเดียวกัน ปลั๊กมกับเตารีดต่อกันแบบใด ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านต่อกันแบบอนุกรมทั้งหมด จะมีปัญหาอะไรบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.2



กิจกรรม 3.2 พลังงานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและอธิบายว่า พลังงานไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า



พลังงานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า



เวลาที่ใช้ 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2. โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
3. หลอดไฟฟ้า 6V	1 หลอด
4. สวิตช์	1 อัน
5. สายไฟฟ้า	4 เส้น

การเตรียมล่วงหน้า

ครูตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำว่าอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูถามนำดังต่อไปนี้



จากกิจกรรม 3.1 หลอดไฟฟ้ารับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าโวลต์ต่ำ แล้วเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานรูปใด สังเกตได้จากอะไร

แนวคำตอบ พลังงานแสง สังเกตได้จากแสงสว่างที่หลอดไฟฟ้าให้ออกมาและ พลังงานความร้อน สังเกตได้จากเมื่อใช้มือแตะหลอดไฟฟ้าแล้วจะรู้สึกร้อน

ครูนำเข้าสู่กิจกรรมดังต่อไปนี้

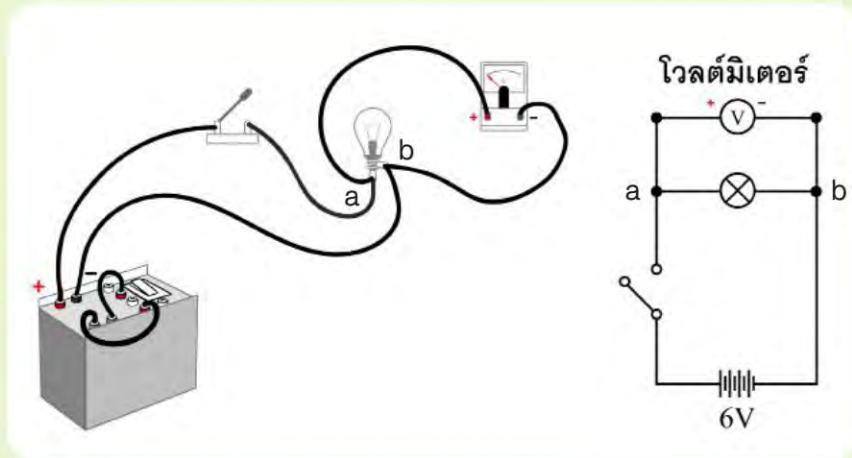


นักเรียนคิดว่า พลังงานไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณใดของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

ครูไม่เฉลยคำตอบ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการ ทำกิจกรรม



2. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้โวลต์มิเตอร์ว่า โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดใดๆ ในวงจร ดังนั้น ในการใช้จะต้องต่อขั้วของโวลต์มิเตอร์คร่อมระหว่างจุดสองจุดที่ต้องการวัดค่าความต่างศักย์ เช่น ถ้าต้องการวัดค่าความต่างศักย์ระหว่าง จุด a กับจุด b ดังภาพ



3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.2

4. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ และย้าให้นักเรียนใช้สวิตช์ของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำเพื่อปิด-เปิดวงจร

5. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้องและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรม

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายกิจกรรมดังต่อไปนี้

? เมื่อเพิ่มค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ค่าที่อ่านได้มีค่าเพิ่มตามค่าพลังงานไฟฟ้า

? เมื่อเพิ่มค่าพลังงานไฟฟ้า ความสว่างของหลอดไฟ มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพิ่มตามค่าพลังงานไฟฟ้า

? ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ มีความสัมพันธ์กับความสว่างของหลอดไฟอย่างไร

แนวคำตอบ ความสว่างของหลอดไฟฟ้าแปรผันตามค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

ครูตั้งประเด็นเพื่อให้อภิปรายต่อว่าการที่หลอดไฟฟ้าสว่างขึ้นและร้อนขึ้น แสดงว่าพลังงานที่หลอดไฟฟ้าได้รับเป็นอย่างไร อะไรเป็นแหล่งจ่ายพลังงาน และค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เป็นค่าอะไร จากการอภิปรายควรสรุปได้ว่าการที่หลอดไฟฟ้าสว่างแสดงว่าหลอดไฟฟ้าได้รับพลังงาน และถ้าหลอดไฟฟ้าสว่างมากขึ้นก็แสดงว่าหลอดไฟฟ้าได้รับพลังงานมากขึ้นโดยหลอดไฟฟ้าจะสว่างมากขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนความต่างศักย์จากหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ในขณะที่หลอดไฟฟ้าสว่างมากขึ้นค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เป็นค่าของพลังงานไฟฟ้านั่นเอง



กิจกรรมเสนอแนะ

1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้
 - ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ เรียกว่า ค่าความต่างศักย์ หรือผลต่างของพลังงานศักย์ระหว่างสองจุดที่ทำการวัด มีหน่วยเป็น โวลต์
 - โวลต์มิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นโวลต์มิเตอร์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ของไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ในการวัดความต่างศักย์ของของไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ครูนำอภิปรายในประเด็นอื่น เช่น ความต่างศักย์ของไฟฟ้าในบ้านนักเรียนมีค่าเท่าไร มิเตอร์วัดความต่างศักย์ที่ใช้ในการทดลองนี้ จะใช้วัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าในบ้านได้หรือไม่ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรม 3.2 สามารถนำไปใช้กับเตารีดที่บ้านนักเรียนได้หรือไม่

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุด คือ ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุที่เคลื่อนที่ผ่านจุด 2 จุดนั้น พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นจูล ประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ ดังนั้นความต่างศักย์มีหน่วยเป็น จูล/คูลอมบ์ (J/c) หรือ โวลต์ (V)



กิจกรรม 3.3 การวัดกระแสไฟฟ้า



การวัดกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

นักเรียนควรจะสามารถทดลองและสรุปวิธีการวัดกระแสไฟฟ้าและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของหลอดไฟและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟ



เวลาที่ใช้ 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
3. หลอดไฟฟ้า 6V	1 หลอด
4. สวิตช์	1 อัน
5. สายไฟฟ้า	4 เส้น

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูให้ความรู้แก่ผู้เรียน ว่าแอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดปริมาณทางไฟฟ้าที่เรียกว่ากระแสไฟฟ้า

2. ครูแนะนำการต่อวงจรและเน้นว่าการต่อแอมมิเตอร์แทรกเข้าวงจร ณ จุดที่ต้องการวัด และต้องต่อขั้วบวกของแอมมิเตอร์เข้ากับด้านที่อยู่ทางขั้วบวกของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ และต่อขั้วลบของแอมมิเตอร์เข้ากับด้านที่อยู่ทางขั้วลบของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ ดังภาพในกิจกรรม 3.3

เมื่อเริ่มต้นให้ตรวจสอบปริมาณของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยต่อกับสเกลสูงสุดของกระแสไฟฟ้าที่แอมมิเตอร์รับได้ ถ้าเข็มสเกลไม่กระดิกหรือกระดิกน้อยมากจึงค่อยลดสเกลของกระแสไฟฟ้าที่แอมมิเตอร์รับได้ให้น้อยลง เพื่อให้สามารถอ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสังเกตได้จากเข็มของแอมมิเตอร์จะเบนอยู่กลางๆ ของสเกล

3. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำการใช้สายไฟฟ้าฐานหลอดไฟ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว



4. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.3 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

5. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ และย้ำให้นักเรียนใช้สวิตช์ของหม้อแปลงเพื่อปิด-เปิดวงจร

6. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูอาจให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถามดังนี้

? นักเรียนคิดว่านอกจากความต่างศักย์แล้ว ยังมีปริมาณทางไฟฟ้าอื่นอีกหรือไม่

ครูไม่เฉลยคำตอบ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.3

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายกิจกรรม ดังต่อไปนี้

? เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ ค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ เพิ่มขึ้น

? นักเรียนมีวิธีการวัดกระแสไฟฟ้าอย่างไร

แนวคำตอบ ใช้แอมมิเตอร์โดยการต่อขั้วบวกของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำเข้ากับขั้วบวกของแอมมิเตอร์ และต่อขั้วลบของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำกับขั้วลบของแอมมิเตอร์ ณ จุดที่เราต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า

? ความสว่างของหลอดไฟฟ้า มีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่ากระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านหลอดไฟฟ้า

แนวคำตอบ ความสว่างของหลอดไฟ แปรผันตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านหลอดไฟ

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมในประเด็นต่อไปนี้ วิธีการเลือกช่วงของการวัดค่ากระแสไฟฟ้ามีวิธีที่เลือกให้เหมาะสมอย่างไร การวัดค่ากระแสไฟฟ้าบ้านด้วยมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด การต่อแอมมิเตอร์เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง ควรจะทำหรือไม่ เพราะเหตุใด ค่ากระแสไฟฟ้าที่ตำแหน่งก่อนหลอดไฟและหลังหลอดไฟจะมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 3.4 โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถาม ดังต่อไปนี้



นักเรียนคิดว่าค่าของความต่างศักย์ระหว่างขั้วของหลอดไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟมีความสัมพันธ์กันหรือไม่

ครูไม่เฉลยคำตอบ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.4

กิจกรรม 3.4

ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถทดลองและสรุปกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น เมื่ออุณหภูมิคงตัว



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2. ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาวประมาณ 1 เมตร	1 เส้น
3. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
4. โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
5. สวิตช์	1 อัน
6. สายไฟฟ้าชนิดขั้วเสียบ 2 ปลาย	2 เส้น
7. สายไฟฟ้าชนิดปลายหนึ่งเป็นขั้วเสียบ อีกปลายหนึ่งเป็นปากหนีบจระเข้	4 เส้น



การอภิปรายก่อนทกิจกรรม

1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ การใช้สายไฟฟ้า สวิตช์ โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.4 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
3. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ของหม้อแปลงโวลต์ต่ำ และย้ำให้นักเรียนใช้สวิตช์ของหม้อแปลงเพื่อปิด-เปิดวงจร
4. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้องและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน)	ความต่างศักย์ (โวลต์)	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
1	1.1	0.12
2	2.2	0.24
3	3.0	0.33
4	4.0	0.44

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) และความต่างศักย์ (V) ได้ดังกราฟ



อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายกิจกรรม ดังต่อไปนี้



จากกิจกรรม กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครมกับกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดนิโครมมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ เป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็นบวก



กระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดนิโครมและความต่างศักย์คร่อมลวดนิโครม มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดนิโครมแปรผันตามความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครม

จากกราฟครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ว่า ค่าความต่างศักย์เพิ่มขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตาม โดยที่อัตราส่วนระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์หรือค่าความชันของเส้นกราฟมีค่าคงตัว เมื่ออุณหภูมิคงตัว ครูนำอภิปรายในกรณีที่เส้นกราฟของบางกลุ่มไม่ผ่านจุดกำเนิด เป็นผลมาจากสาเหตุใด ถ้าเปลี่ยนลวดนิโครมเป็นลวดตัวนำชนิดอื่นเช่น ตะกั่ว ทองแดง เป็นต้น จะได้ผลที่เหมือนหรือแตกต่างไปจากกิจกรรมนี้อย่างไร



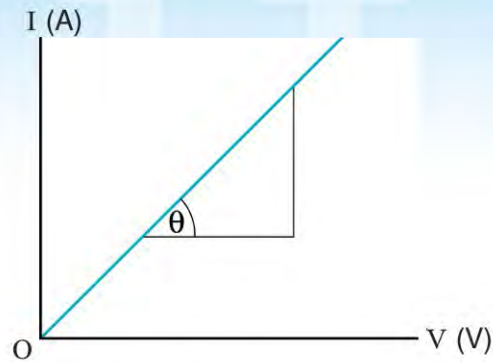
กิจกรรมเสนอแนะ

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ เช่น ความรู้เกี่ยวกับกฎของโอห์ม และให้ความรู้ว่า อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเป็นค่าของความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม จากนั้นให้ผู้เรียนคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกฎของโอห์ม จากตัวอย่างการคำนวณ

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

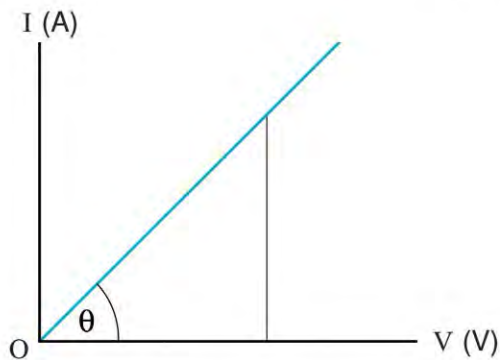
1. จากการทดลองบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์แล้วเขียนกราฟ จะต้องให้ความต่างศักย์ (V) อยู่ในแกน X ในขณะที่ค่าของกระแสไฟฟ้า (I) อยู่ในแกน Y เพราะเราปรับค่าของความต่างศักย์โดยเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย ดังนั้นความต่างศักย์จะเป็นตัวแปรต้นและกระแสไฟฟ้าเป็นตัวแปรตาม





2. จากกฎของโอห์มได้ว่า $I \propto V$ เมื่ออุณหภูมิคงตัว ดังนั้นในการทำกิจกรรมเมื่ออ่านค่ากระแสไฟฟ้าและอ่านค่าความต่างศักย์แล้วต้องรีบยกสวิตช์ขึ้น เพราะถ้าปล่อยให้กระแสไฟฟ้าผ่านหลอดนิโครมเป็นเวลานานจะทำให้หลอดนิโครมมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลการทดลองจะคลาดเคลื่อน

3. ความชันของกราฟ หาได้จากค่าของ $\tan \theta$ ของเส้นกราฟ



$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{I}{V} \\ \text{จากกฎของโอห์ม} &= \frac{I}{V} = \frac{1}{R} \\ \therefore \tan \theta &= \frac{1}{R}\end{aligned}$$

ค่าความชันของเส้นกราฟ กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ เป็น $\frac{1}{\text{ความต้านทาน}}$





3.2 วงจรไฟฟ้าในบ้าน

การเรียนรู้ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนศึกษา การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง ประหยัดคํ่า และปลอดภัย



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. สืบค้นและอภิปราย การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับวงจรไฟฟ้าในบ้าน
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ใช้ในชีวิตรประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย
3. ทดลอง บอกชนิดและขนาดของเส้นลวดตัวนำ มีผลต่อความต้านทานของเส้นลวดตัวนำ
4. ทดลองและบอกประโยชน์ของฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า



เวลาที่ใช้ 5 ชั่วโมง



หนังสือเรียนหน้า 62



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น เช่น เลือกใช้กับความต่างศักย์ที่เหมาะสม เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กับความต่างศักย์ 110 โวลต์ ไม่สามารถนำมาใช้กับความต่างศักย์ 220 โวลต์โดยตรงได้ การเลือกใช้สายไฟก็ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากต้องใช้สายไฟขนาดใหญ่ เพราะสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดมาก ความต้านทานของสายไฟจะน้อย ทนกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสูงๆ ได้ นอกจากนั้นต้องหมั่นดูแลสภาพของสายไฟไม่ให้ฉนวนที่หุ้มสายไฟชำรุด เพราะถ้าฉนวนที่หุ้มชำรุดสายไฟฟ้าแต่ละเส้นอาจมาแตะกัน ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรเกิดความร้อนสูงมากบริเวณที่สายไฟฟ้าแตะกัน ทำให้เกิดไฟไหม้ได้ หรืออาจเป็นอันตรายต่อชีวิตเมื่อไปสัมผัสบริเวณที่ชำรุด



กิจกรรม 3.5 การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

สังเกต และบันทึกข้อมูล เกี่ยวกับชนิดและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

กระดาษ ดินสอ สีเมจิก ไม้บรรทัด

ข้อแนะนำในการทำกิจกรรม

1. ครูแนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรมนี้ให้ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม และใช้การสำรวจ สังเกต และบันทึกข้อมูลอย่างถี่ถ้วน อีกทั้งควรเขียนภาพแสดงการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าไว้ด้วย
2. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้อง หรืออาจให้นักเรียนคิดวิธีการนำเสนอกิจกรรมเอง
3. ให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรม

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้า สวิตช์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อเรากดสวิตช์ (วงจรปิด) เครื่องใช้ไฟฟ้าเริ่มทำงาน

ครูถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมดังนี้



นักเรียนคิดว่าถ้าบ้านของเรามีเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด เราจะมีวิธีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม 3.5

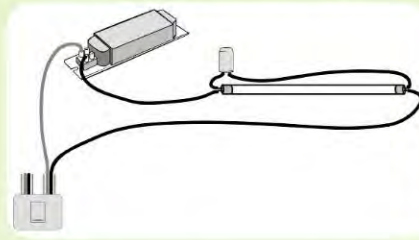


ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

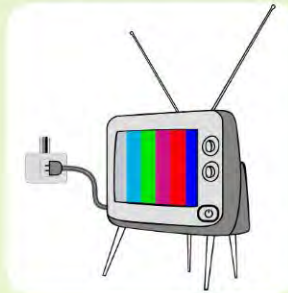
ผลของกิจกรรมจะขึ้นอยู่กับจำนวนสมาชิกของกลุ่ม สภาพแวดล้อมตลอดจนระยะเวลาที่ให้นักเรียนไปทำกิจกรรม นักเรียนอาจได้ผลของกิจกรรมหลายแบบ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างอิสระ และให้กลุ่มนักเรียนออกแบบกิจกรรมเองแล้วอาจนำเสนอต่อที่ประชุมหรือห้องเรียนก่อน เพื่อรับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วควรนำมาเสนอผลของกิจกรรมอีกครั้ง

การทำกิจกรรมอาจได้ผลดังนี้ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่ไปสำรวจมาได้แก่

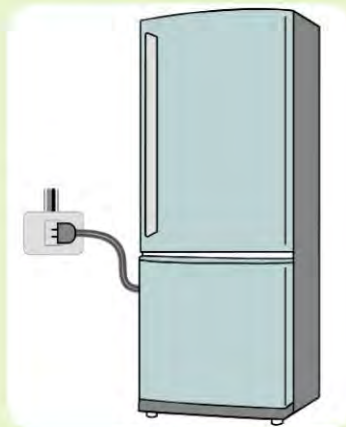
1. หลอดไฟฟ้า ใช้ความต่างศักย์ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 36 วัตต์



2. โทรทัศน์ ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับความต่างศักย์ 220 โวลต์ ความถี่กระแสไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์ กำลังไฟฟ้า 98 วัตต์



3. ตู้เย็น ใช้ความต่างศักย์ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 90 วัตต์



อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านที่ไปสำรวจมาได้แก่

สายไฟฟ้า รองรับความต่างศักย์ไม่เกิน 300 โวลต์ ตัวสายด้านนอกมีลักษณะเป็นสายพลาสติก ขนาดของตัวนำมีพื้นที่หน้าตัด 0.5 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 2 เส้น ทนอุณหภูมิไม่เกิน 70°C



อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรมและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายกิจกรรม ดังต่อไปนี้

- ?** ความต่างศักย์ที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านแต่ละชนิดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน บางชนิดใช้กับไฟฟ้าความต่างศักย์ 220 โวลต์ บางชนิดใช้กับไฟฟ้าความต่างศักย์ 12 โวลต์ บางชนิดใช้กับไฟฟ้าความต่างศักย์ 5 โวลต์
- ?** เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านแต่ละชนิดใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากันหรือไม่ นักเรียนสังเกตได้อย่างไร
แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน มีตัวเลขระบุไว้ต่างกัน
- ?** อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน ที่นักเรียนพบมีอะไรบ้าง นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดมีข้อจำกัดในการเลือกใช้งานอย่างไร
แนวคำตอบ สวิตช์ สายไฟ ฟิวส์ สะพานไฟ เต้ารับ เต้าเสียบ เป็นต้น ข้อจำกัดในการใช้อุปกรณ์คือ ไม่ใช่เครื่องไฟฟ้าหลายชนิดๆ กับสายไฟเส้นเดียวกัน เต้ารับ เต้าเสียบเดียวกัน ทั้งนี้อาจจะทำให้เกิดความร้อนในสายไฟมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้

กิจกรรม 3.6 ขนาด ความยาวและชนิดของลวดตัวนำกับความต้านทาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและอธิบายได้ว่าพื้นที่หน้าตัดของลวดมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเส้นลวด และความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำ
2. ทดลองและอธิบายได้ว่า ความยาวของเส้นลวดมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเส้นลวด และความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำ
3. ทดลองและอธิบายได้ว่าชนิดของเส้นลวดมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเส้นลวด และความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำ



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2. ลวดนิโครมเบอร์ 26 ที่มีขนาดความยาว 10 cm, 20 cm และ 30 cm	อย่างละ 1 เส้น
3. ลวดนิโครมเบอร์ 30 ยาว 10 cm	1 เส้น
4. ลวดทองแดงเบอร์ 26 ยาว 10 cm	1 เส้น
5. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
6. โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
7. สายไฟฟ้า	6 เส้น
8. กระดาษทราย	1/4 แผ่น

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ครูควรเตรียมวัสดุ ได้แก่

1. ลวดตัวนำชนิดเดียวกัน ความยาวของเส้นลวดเท่ากัน แต่พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดต่างกัน
2. ลวดตัวนำชนิดเดียวกัน ขนาดพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดเท่ากัน แต่ความยาวของเส้นลวดต่างกัน
3. เส้นลวดตัวนำต่างชนิดกัน แต่ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดเท่ากัน



ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาการทดลองจากวิธีการทดลอง ตามที่ระบุในกิจกรรม 3.6 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
2. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำการใช้สายไฟการต่อลวดตัวนำการใช้กระดาษทรายขัดเส้นลวดตัวนำ การใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
3. ครูให้นักเรียนสังเกตขนาดของเส้นลวดตัวนำและเบอร์ของเส้นลวดตัวนำ เช่น ลวดนิโครมเบอร์ 30 จะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเล็กกว่าลวดนิโครมเบอร์ 26
4. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ของหม้อแปลงโวลต์ต่ำ และย้ำให้นักเรียนใช้สวิตช์ของหม้อแปลงเพื่อปิด-เปิดวงจร
5. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้องและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลของกิจกรรม

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ในบ้านนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับความต่างศักย์ 220 โวลต์ แต่ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าต่างกัน และสายไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านมีหลายขนาด ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยใช้คำถามต่อไปนี้

? นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเพราะเหตุใด สายไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านจึงมีขนาดแตกต่างกัน และขนาดของสายไฟฟ้ามีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านสายไฟฟ้านั้นหรือไม่ อย่างไร

ครูไม่ควรเฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการเน้นถึงปัญหาที่กำหนดให้ 3 ปัญหา คือ

1. ถ้าลวดตัวนำไฟฟ้าสองเส้นเป็นลวดชนิดเดียวกัน ความยาวเท่ากันแล้ว พื้นที่หน้าตัดของลวดจะมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนั้นหรือไม่ อย่างไร
2. ถ้าลวดตัวนำไฟฟ้าสองเส้นเป็นลวดชนิดเดียวกัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากันแล้ว ความยาวของลวดจะมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนั้นหรือไม่อย่างไร
3. ถ้าลวดตัวนำไฟฟ้าสองเส้นความยาวและพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแล้ว ชนิดของลวดจะมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนั้นหรือไม่อย่างไร



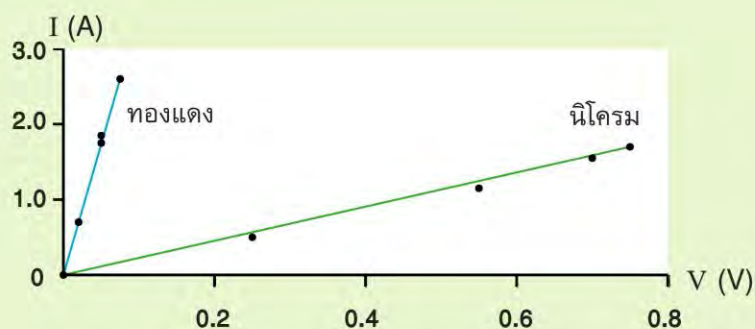
ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

1. ครูต้องตรวจสอบการออกแบบกิจกรรมการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่มก่อนที่จะให้นักเรียนเริ่มทำการทดลอง

2. การออกแบบการทดลองของนักเรียนนั้นหากมีความจำเป็นต้องทดลองนำร่องก่อน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนลองทำตามที่ต้องการ

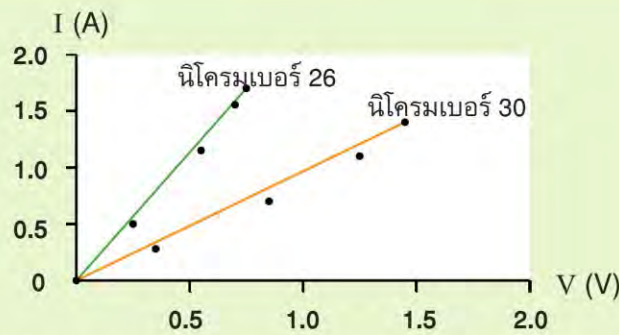
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

จำนวน ถ่านไฟฉาย (ก้อน)	นิโครม เบอร์ 26 (10 cm)		ทองแดง เบอร์ 26 (10 cm)		นิโครม เบอร์ 30 (10 cm)		นิโครม เบอร์ 26 (20 cm)		นิโครม เบอร์ 26 (30 cm)	
	I (A)	V (V)	I (A)	V (V)	I (A)	V (V)	I (A)	V (V)	I (A)	V (V)
1.	0.50	0.25	0.70	0.02	0.28	0.35	0.38	0.2	0.36	0.35
2.	1.15	0.55	1.75	0.05	0.7	0.85	0.95	0.85	0.75	1.05
3.	1.55	0.70	1.85	0.05	1.1	1.25	1.2	1.1	1.05	1.4
4.	1.7	0.75	2.60	0.075	1.4	1.45	1.45	1.3	1.2	2.0

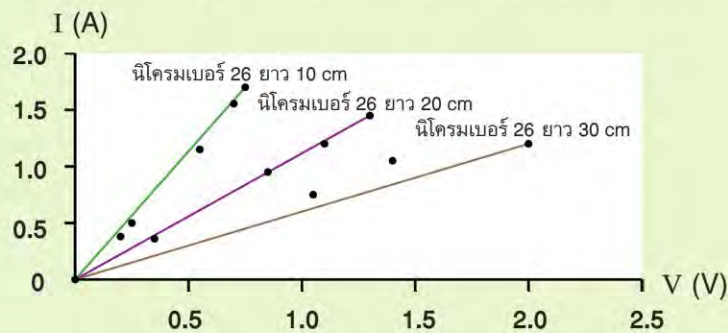


(ก) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครมและลวดทองแดง เบอร์ 26 ยาว 10 cm





(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครม เบอร์ 26 และลวดนิโครม เบอร์ 30 ยาว 10 cm



(ค) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครมเบอร์ 26 ความยาว 10 cm 20 cm และ 30 cm ตามลำดับ

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลและอภิปรายผลการทดลองในประเด็นต่างๆ ได้แก่ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนิโครมและลวดทองแดงมีค่าไม่เท่ากัน ถึงแม้ว่าลวดทั้งสองจะมีพื้นที่หน้าตัดและความยาวเท่ากัน โดยกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดทองแดงมีค่ามากกว่า

เส้นลวดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี จะเรียกว่า เป็นเส้นลวดที่มีความต้านทานทานไฟฟ้าน้อย ส่วนเส้นลวดที่ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ไม่ดี จะเรียกว่าเป็นเส้นลวดที่มีความต้านทานทางไฟฟ้ามาก

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้



ความต้านทานไฟฟ้าของเส้นลวดตัวนำ มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดอย่างไร

แนวคำตอบ เส้นลวดตัวนำชนิดเดียวกัน ความยาวเท่ากัน แต่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน จะมีค่าความต้านทานต่างกัน



ความต้านทานไฟฟ้าของเส้นลวดตัวนำ มีความสัมพันธ์กับความยาวอย่างไร

แนวคำตอบ เส้นลวดตัวนำชนิดเดียวกัน มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน แต่มีความยาวต่างกัน จะมีค่าความต้านทานต่างกัน



ความต้านทานไฟฟ้าของเส้นลวดตัวนำ มีความสัมพันธ์กับชนิดของเส้นลวดตัวนำอย่างไร

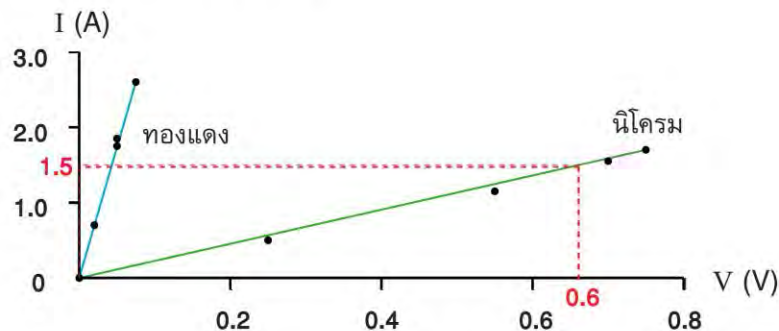
แนวคำตอบ เส้นลวดตัวนำชนิดต่างกัน ความยาวเท่ากันและพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน จะมีค่าความต้านทานต่างกัน

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับหาค่าความชันของกราฟระหว่าง กระแสไฟฟ้ากับ ความต่างศักย์ จะต้องเท่ากับ ส่วนกลับของค่าความต้านทาน และให้นักเรียนหาค่าความชันของกราฟที่ได้จากการทดลอง

ตัวอย่างการหาค่าความชัน

จากกราฟในตัวอย่างผลการทดลองข้อ (ก)

ค่าความชันของเส้นกราฟของลวดนิโครม



ครูแนะนำนักเรียนว่า หน่วย V/A ถูกกำหนดให้เรียกใหม่ว่า โอห์ม ซึ่งเป็นหน่วยของค่าความต้านทานทางไฟฟ้า

ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายประเด็นต่างๆ เช่น การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าและวิธีการใช้ที่เหมาะสมและปลอดภัย เช่น การเลือกใช้ขนาดสายไฟ การไม่ใช้เต้าเสียบหลายอันเสียบกับเต้ารับอันเดียว เพราะกระแสไฟฟ้าที่ผ่านอาจมากเกินไปทำให้เกิดอันตรายได้ นอกจากนี้ เวลาเกิดเหตุเพลิงไหม้อาคารบ้านเรือน สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้มีอะไรบ้าง จากการอภิปรายควรได้ว่าไฟฟ้าลัดวงจรเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

1. ความต้านทานของลวดจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัดได้ว่า

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

เมื่อ R คือ ความต้านทานของลวดมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

ℓ คือ ความยาวของลวดมีหน่วยเป็นเมตร (m)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของลวดมีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

ρ คือ สภาพต้านทานจำเพาะมีหน่วยเป็นโอห์มเมตร ($\Omega \cdot m$) เป็นค่าคงตัวเฉพาะสารที่อุณหภูมิหนึ่งๆ

ตาราง แสดงสภาพต้านทานจำเพาะของวัสดุที่อุณหภูมิ $20^\circ C$

วัสดุ	ค่าสภาพต้านทานจำเพาะ ($\Omega \cdot m$)
เงิน	1.59×10^{-8}
ทองแดง	1.70×10^{-8}
อลูมิเนียม	2.82×10^{-8}
ตะกั่ว	11.0×10^{-8}
นิโครม	1.50×10^{-6}
คาร์บอน	3.5×10^{-5}

2. ในการทดลอง ข้อมูลที่ได้อาจมีข้อผิดพลาด โดยอาจเกิดจากความเที่ยงตรงของผู้วัด เครื่องมือที่ใช้วัด ในการเขียนกราฟถ้าทราบแน่นอนว่าปริมาณทั้งสองแปรผันตรงกัน วิธีที่จะเขียนกราฟเส้นตรงอาจทำได้โดยพยายามลากเส้นตรงให้ผ่านจุดให้มากที่สุด

ถ้าข้อมูลกระจาย วิธีเขียนกราฟเส้นตรงควร พยายามลากเส้นตรงให้มีระยะห่างจากจุดทั้งหมดโดยเฉลี่ยเท่ากัน



กิจกรรม 3.7 ประโยชน์ของฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและบอกประโยชน์ของฉนวนหุ้มสายไฟ



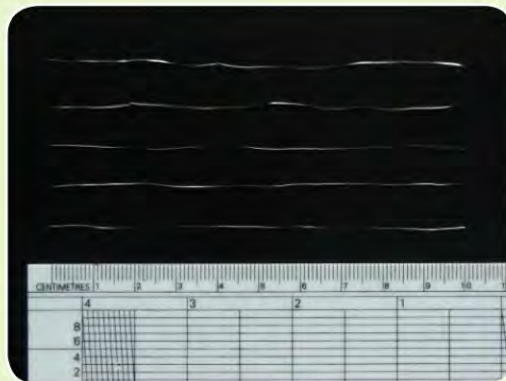
เวลาที่ใช้ 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2. ฝอยเหล็กยาว 10 cm	2 เส้น
3. หลอดไฟฟ้า 6V	1 หลอด
4. สายไฟฟ้า	4 เส้น
5. สวิตช์	1 อัน

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ครูควรเตรียมหาฝอยเหล็กไว้ใช้ในการทดลอง โดยปกติแล้วฝอยเหล็กจะใช้สำหรับ ชัดดูทำความเข้าใจความสะอาดภาชนะที่ทำด้วยโลหะ เช่น หม้อหุงข้าว กระทะ



2. ครูควรลองทำการทดลองล่วงหน้าเพื่อตรวจสอบฝอยเหล็กว่าจะต้องใช้ขนาดเท่าใด จึงจะเหมาะสม



การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า จากการสังเกตพบว่าสายไฟฟ้าในอาคารบ้านเรือนจะมีฉนวนหุ้ม เช่น พลาสติก ยาง

? นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดสายไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านจึงต้องมีฉนวนหุ้ม

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.7

2. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.7 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

3. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? ขณะที่ฝอยเหล็กแตะกัน ฝอยเหล็กและหลอดไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ ขณะที่ฝอยเหล็กแตะกัน ฝอยเหล็กจะร้อนแล้วติดไฟจากนั้น จะหลอมละลาย เพราะเกิดไฟฟ้าลัดวงจร กระแสไฟฟ้าจะไม่ผ่านหลอดไฟฟ้าเพราะความต้านทานของหลอดไฟมากกว่าฝอยเหล็ก ทำให้ความต้านทานของวงจรลดลง กระแสไฟฟ้าที่ผ่านฝอยเหล็กจะมีค่ามาก ทำให้ฝอยเหล็กร้อน

ครูให้ความรู้ว่าการที่กระแสไฟฟ้าไม่ผ่านหลอดไฟเมื่อนำฝอยเหล็กมาแตะกันเรียกว่าเกิดไฟฟ้าลัดวงจร จากนั้นควรประเด็นว่าถ้าสายไฟไม่มีฉนวนหุ้มจะเกิดอะไรขึ้น ซึ่งได้ข้อสรุปว่าถ้าสายไฟไม่มีฉนวนหุ้ม ซึ่งอาจเกิดจากสายไฟเก่าและฉนวนที่หุ้มสายไฟเปื่อย ถ้าสายไฟแตะกันก็จะเกิดไฟฟ้าลัดวงจร เกิดความร้อนสูงมากตรงตำแหน่งที่เกิดการลัดวงจรจนอาจเกิดไฟไหม้ได้

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นอื่นๆ เช่น สาเหตุและผลของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร สมบัติของฉนวนไฟฟ้าที่ดี ฝอยเหล็กที่ใช้ในการทำกิจกรรม 3.7 เทียบได้กับอะไรในวงจรไฟฟ้าในบ้าน ถ้าสายไฟฟ้าที่บ้านนักเรียนเก่ามาก ควรจะอย่างไร มีหลักการเลือกใช้ได้อย่างไร เต่าเสียบ ที่ถูกต้องอย่างไร เพื่อไม่ให้สายไฟฟาร้อนจนเกิดไฟฟ้าลัดวงจร



กิจกรรม 3.8 คัดค่าไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. สังเกตและอธิบายข้อมูลที่สำคัญในใบแจ้งค่าไฟฟ้า
2. เสนอโครงการลดค่าไฟฟ้าในบ้านของตนเอง



เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ใบแจ้งค่าไฟฟ้า	5 ใบ

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำตามกิจกรรมที่กำหนดข้อ 1 และเน้นการสังเกตใบแจ้งค่าไฟฟ้าที่ครูนำมาเป็นตัวอย่าง ที่ต้องใช้ในการอธิบาย ส่วนข้อ 2 ให้นักเรียน ทำโครงการลดค่าไฟฟ้าในบ้านของตนเอง แล้วนำเสนอผลว่าลดค่าไฟฟ้าได้หรือไม่ ลดลงกี่เปอร์เซ็นต์ และมีวิธีการประหยัดการใช้พลังงานอย่างไร

2. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้อง และให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการนำเสนอโครงการลดค่าไฟฟ้า

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆ เช่น ตัวเลขต่างๆ ที่ปรากฏในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า มีอะไรบ้าง

ใบแจ้งค่าไฟฟ้า			การไฟฟ้านครหลวง เขตบางขุนเทียน			
ใบแจ้งค่าไฟฟ้า			การไฟฟ้านครหลวง เขตบางขุนเทียน			
ข้อมูลทั่วไป			ข้อมูลทั่วไป			
ชื่อผู้แจ้งค่าไฟฟ้า			ชื่อผู้แจ้งค่าไฟฟ้า			
สถานที่แจ้งค่าไฟฟ้า			สถานที่แจ้งค่าไฟฟ้า			
บัญชีการชำระเงิน			บัญชีการชำระเงิน			
เลขที่			เลขที่			
25725309619			25725309619			
ประเภท			ประเภท			
1.2			1.2			
วันที่แจ้งค่าไฟฟ้า			วันที่แจ้งค่าไฟฟ้า			
17/04/54			17/04/54			
เลขที่ครัวเรือน			เลขที่ครัวเรือน			
6507			6507			
เลขที่ครัวเรือน			เลขที่ครัวเรือน			
5538			5538			
อัตราค่าไฟฟ้า			อัตราค่าไฟฟ้า			
0.8688			0.8688			
ค่าไฟฟ้า			ค่าไฟฟ้า			
2,659.72 บาท			2,659.72 บาท			
ค่าไฟฟ้า			ค่าไฟฟ้า			
40.90 บาท			40.90 บาท			
รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ			รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ			
2,700.62 บาท			2,700.62 บาท			
ค่าไฟฟ้า			ค่าไฟฟ้า			
841.87 บาท			841.87 บาท			
ค่าไฟฟ้า			ค่าไฟฟ้า			
3,542.49 บาท			3,542.49 บาท			
ค่าไฟฟ้า			ค่าไฟฟ้า			
247.97 บาท			247.97 บาท			
รวมเงิน			รวมเงิน			
3,790.46 บาท			3,790.46 บาท			
รวมเงินที่ต้องชำระ			รวมเงินที่ต้องชำระ			
3,790.46 บาท			3,790.46 บาท			



ครูนำอภิปรายว่า เมื่อพิจารณาใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าและใบกำกับภาษีจะพบว่า เงินที่จะต้องจ่ายเป็นค่าไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยหรือจำนวนยูนิตที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าผันแปร และภาษีมูลค่าเพิ่ม

จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโครงการลดค่าไฟของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่เรื่องพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ดังที่ได้เรียนมาแล้วว่า งานกับพลังงานมีความเกี่ยวข้องกัน และพลังงานสามารถเปลี่ยนรูปได้ เช่น พลังงานความร้อนที่ได้จากเตารีดไฟฟ้าเป็นผลมาจากการที่เตารีดไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน พลังงานกลจากพัดลมเป็นผลมาจากการที่พัดลมเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

ครูให้ความรู้่ว่า พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า (electrical power) เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

โดย W คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ มีหน่วยเป็น จูล (J)

t คือ เวลาที่ใช้ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

ครูให้ความรู้ว่า โดยทั่วไปเครื่องใช้ไฟฟ้าจะระบุค่าของกำลังไฟฟ้าไว้ดังภาพ 3.3 หากต้องการทราบปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้ สามารถหาได้จาก สมการดังต่อไปนี้

$$\text{จาก กำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} = \text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{เวลาที่ใช้}$$

$$\text{หรือ } W = Pt$$

ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพื่อคำนวณค่าไฟฟ้า การกำหนดหน่วยแต่ละปริมาณเป็นดังนี้

กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ (kW)

เวลาที่ใช้ มีหน่วยเป็น ชั่วโมง (h)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ ชั่วโมง (kW·h) หรือหน่วย (unit)



ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปราย การคิดค่าพลังงานไฟฟ้า ตามตัวอย่าง 3.3 และ 3.4

จากนั้นครูให้ผู้เรียนสืบค้นหลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านแล้วนำเสนอข้อมูล ซึ่งควรได้ว่า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านเป็นการต่อแบบขนาน มีสาย 2 สายจากเสาไฟต่อเข้ากับบ้านเป็นสายมีศักย์ไฟฟ้า ส่วนอีกสายหนึ่งไม่มีศักย์ไฟฟ้าต่อเข้ากับแผงควบคุมวงจรไฟฟ้า แล้วจึงแยกย่อยออกไปที่แผงควบคุม มีสวิตช์อัตโนมัติตัดไฟรวมของวงจร และอาจมีสวิตช์อัตโนมัติย่อยตามส่วนต่างๆ ของบ้าน เพื่อความปลอดภัย และสะดวกในการตรวจสอบวงจรหรือซ่อมแซมไฟฟ้า อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและปลอดภัยด้วย

จากนั้นครูตั้งประเด็นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในวงจรประกอบด้วยอะไร อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้อย่างไร โดยครูอาจสาธิตการใช้ตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ในการปรับเสียงดังค่อยของวิทยุ แล้วให้ผู้เรียนอภิปรายว่าเมื่อปรับปุ่มดังค่อย อะไรในวงจรไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป ครูยังไม่สรุป แต่ให้ผู้เรียนศึกษาในหัวข้อต่อไป



3.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ในหัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บางชนิด เช่น ตัวต้านทาน ไดโอดและทรานซิสเตอร์ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้เป็นวงจรอย่างง่ายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและอธิบายสมบัติเบื้องต้นของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ บางชนิด เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด และทรานซิสเตอร์
2. ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับใช้ประโยชน์ต่างๆ



เวลาที่ใช้ 7 ชั่วโมง



ความรู้เพิ่มเติม

การต่อสายดิน
ปัจจุบันการติดตั้งสายดินที่สำนักงานอยู่ค่อนข้างปลอดภัยแล้ว หรือถ้าใช้ไฟฟ้าไม่
เป็นแบบบริการราชการไฟฟ้าแรงดันสูง จะต้องติดตั้งสายดินที่ปลอดภัยด้วย หรือ
G (ground) เป็นเส้นสีฟ้า 1 สาย หากติดตั้ง สายดินไม่ดีก็มีความปลอดภัยน้อย
จนกว่าใช้ไฟฟ้าในกรณีที่มีสายดิน สายดินที่ดีจะช่วยให้ส่วนประกอบของเครื่องใช้
ไฟฟ้าเกิดไฟฟ้าที่แรงเกินไปและอันตราย สายดินที่ดีจะช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้า
จับปัดไฟฟ้าได้เร็วและปลอดภัย สายดินที่ดีจะช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้า
จับปัดไฟฟ้าได้เร็วและปลอดภัย

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
การใช้ไฟฟ้าที่มีเครื่องหมาย ⚡ แสดงว่ามีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยใน
ส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรืออาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้
หรืออาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้



3.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ในการศึกษาไฟฟ้าที่ผ่านมานี้ เราได้เรียนรู้การนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ เช่น
การใช้หลอดไฟฟ้เป็นวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายและนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์
ได้และสว่างขึ้น นอกจากนี้เรายังทราบว่าตัวต้านทานไฟฟ้าสามารถนำไฟฟ้าได้ ส่วน
ของพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าตัวต้านทาน
การทำงานจะแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นความร้อน และอาจเกิดอันตรายต่อผู้
ใช้หากไม่ระวังหรือใช้ไฟฟ้าที่ไม่ปลอดภัย ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้
ใช้หากไม่ระวังหรือใช้ไฟฟ้าที่ไม่ปลอดภัย

จากการศึกษาความรู้และข้อมูลเบื้องต้นในการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์
ได้ค่ากับ เราจะมีวิธีการทดสอบและนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์
ได้อย่างไร เราจะมีวิธีการทดสอบและนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์
ได้อย่างไร

หนังสือเรียนหน้า 73

คำสำคัญ

- ตัวต้านทาน
- ไดโอด
- ทรานซิสเตอร์





แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นต่างๆ เช่น นักเรียนได้เรียนรู้การนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ เช่น การใช้หลอดไฟฟ้าต่อเนื่องเป็นวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายกับแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าจะให้แสงสว่างได้ นอกจากนั้นเรายังทราบด้วยว่าตัวนำไฟฟ้าสามารถนำไฟฟ้าได้ดี ส่วนฉนวนไฟฟ้านั้นไม่สามารถให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถควบคุมการทำงานของวงจรไฟฟ้าโดยนำอุปกรณ์และสารบางชนิดมาประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าได้

ครูนำเข้าสู่กิจกรรม 3.9 โดยใช้คำถามดังนี้

? การศึกษาลวดตัวนำแต่ละชนิดมีสมบัติในการต้านการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าได้ต่างกัน นักเรียนคิดว่าเราจะมีวิธีการกำหนดปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้อย่างไร

? ถ้าต้องการให้หลอดไฟฟ้ามีความสว่างลดลง โดยยังคงใช้จำนวนถ่านไฟฉาย 4 ก้อน เช่นเดิม จะทำได้อย่างไรบ้าง

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.9

กิจกรรม 3.9 หน้าที่ของตัวต้านทาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ศึกษาสมบัติของตัวต้านทานและการทำงานของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า



เวลาที่ใช้ 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. หลอดไฟฟ้าขนาด 6V	1 หลอด
2. ฐานหลอดไฟ	1 อัน
3. กระบะถ่าน	1 อัน
4. ถ่านไฟฉายขนาด D ก้อนละ 1.5V	4 ก้อน
5. สายไฟฟ้า	4 เส้น
6. สวิตช์	1 อัน
7. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
8. ตัวต้านทาน 100 Ω 200 Ω 300 Ω และ 400 Ω	อย่างละ 1 ตัว



การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของตัวต้านทานกับกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านตัวต้านทาน
2. ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักตัวต้านทานที่เตรียมมา
3. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้กระบอกอ่าน การใช้สายไฟฟ้า แอมมิเตอร์ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
4. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.9 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
5. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ และย้าให้นักเรียนใช้สวิตช์เพื่อปิด-เปิดวงจร
6. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่ ผังห้องและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรม

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? เมื่อเพิ่มความต้านทานเข้าในวงจร ความสว่างของหลอดไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ ความสว่างของหลอดไฟจะลดลง

? เมื่อเพิ่มความต้านทานเข้าในวงจร กระแสไฟฟ้าในวงจรเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าในวงจรจะลดลง

? ขณะทดลองตามข้อ 2 ถ้าสลับขาของตัวต้านทาน ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไม่เปลี่ยนแปลง เพราะการต่อตัวต้านทานไม่ต่าง
คำนึงถึงขั้วหรือปลายของตัวต้านทาน

? ตัวต้านทานทำหน้าที่อย่างไรในวงจรไฟฟ้า

แนวคำตอบ ด้านการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

ครูควรให้ความรู้เพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ เช่น การอ่านแถบสีตัวต้านทาน ประเภทของตัวต้านทานแบบต่างๆ เช่น ตัวต้านทานคงที่ ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ LDR สมบัติของตัวต้านทานแต่ละประเภท ประโยชน์ของตัวต้านทานแต่ละประเภท สัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าในกิจกรรม 3.4 เราใช้ลวดนิโครมซึ่งเป็นลวดที่ทำด้วยโลหะผสมระหว่างนิกเกิลและโครเมียมความต้านทานค่าหนึ่ง จึงถือได้ว่า ลวดนิโครมที่ใช้เป็นตัวต้านทานชนิดหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ในวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปมักใช้ตัวต้านทานที่ทำจากผงคาร์บอนอัดแน่นเป็นรูปทรงกระบอกเล็กๆ ตัวต้านทานแบบนี้มีค่าความต้านทานคงที่ จึงถูกเรียกว่าตัวต้านทานค่าคงที่ หรือตัวต้านทานค่าคงตัว และเขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $\text{---}\omega\text{---}$ โดยค่าความต้านทานจะบอกด้วยแถบสีที่เขียนไว้บนตัวต้านทาน ดังภาพแถบสีที่คาดไว้บนตัวต้านทานมีความหมายดังนี้ แถบที่ 1 ซึ่งอยู่ใกล้ขาข้างหนึ่งมากที่สุด บอกเลขตัวแรก แถบที่ 2 บอกเลขตัวที่ 2 แถบที่ 3 บอกเลขยกกำลังที่ต้องนำไปคูณกับเลขสองตัวแรก สำหรับแถบที่ 4 บอกความคลาดเคลื่อนของค่าความต้านทานที่อ่านได้จากสามแถบแรก โดยบอกเป็นร้อยละ สีต่างๆ ที่ใช้บอกค่าความต้านทานแสดงในตาราง



ภาพ ตัวต้านทานคงที่

ตาราง ความหมายของแถบสีบนตัวต้านทาน

แถบสี	แถบที่ 1 แทนเลข	แถบที่ 2 แทนเลข	แถบที่ 3 แทนเลข	แถบที่ 4 แทนเลข
ดำ	0	0	1	น้ำตาล = $\pm 1\%$ แดง = $\pm 2\%$
น้ำตาล	1	1	10^1	
แดง	2	2	10^2	
ส้ม	3	3	10^3	
เหลือง	4	4	10^4	
เขียว	5	5	10^5	
น้ำเงิน	6	6	10^6	
ม่วง	7	7	-	ทอง = $\pm 5\%$ เงิน = $\pm 10\%$ ไม่มีแถบสี = $\pm 20\%$
เทา	8	8	-	
ขาว	9	9	-	
ทอง	-	-	10^{-1}	
เงิน	-	-	10^{-2}	
ไม่มีแถบสี	-	-	-	

ถ้านำตัวต้านทานตัวหนึ่งมีแถบสีคาดไว้ดังนี้ แดง เขียว ส้ม และสีทอง อ่านค่าความต้านทานได้ดังนี้

สีที่บอกเลขตัวแรกคือ สีแดง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2

สีที่บอกเลขตัวสองคือ สีเขียว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5

สีที่บอกเลขยกกำลัง ที่ต้องนำไปคูณกับตัวเลขสองตัวแรกคือ สีส้ม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10^3

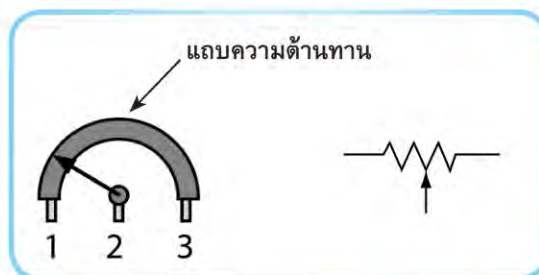
สีที่บอกความคลาดเคลื่อนคือ สีทอง ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ ± 5

ดังนั้นความต้านทานของตัวต้านทานนี้มีค่าเท่ากับ 25×10^3 โอห์ม และมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ ± 5 นั่นคือ ตัวต้านทานนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 23750 โอห์ม และ 26250 โอห์ม

นอกจากตัวต้านทานค่าคงตัว ยังมีตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ หรือเรียกว่าตัวต้านทานแปรค่าได้ ดังภาพ ก. ตัวต้านทานแปรค่าที่ใช้กันทั่วไปประกอบด้วยแถบความต้านทาน ซึ่งอาจทำด้วยแกรไฟต์ หรือลวดพันต่อกับขา 1 และ 3 และหน้าสัมผัสต่อกับขา 2 ดังภาพ ข. การปรับเปลี่ยนความต้านทานทำได้โดยการเลื่อนหน้าสัมผัสไปบนแถบความต้านทาน



ก ตัวต้านทานแปรค่าบางชนิด

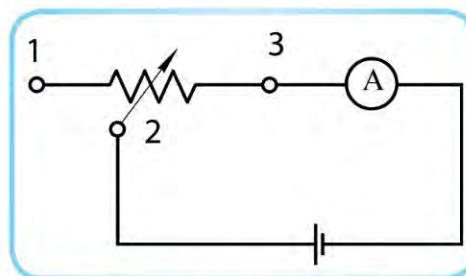


123

ข องค์ประกอบของตัวต้านทานแปรค่าได้

ภาพ ตัวต้านทานแปรค่าได้

การนำตัวต้านทานแปรค่าได้ไปใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจร ทำได้โดยการต่อขา 1 หรือขา 3 ขาใดขาหนึ่งและขา 2 กับวงจร ดังภาพ

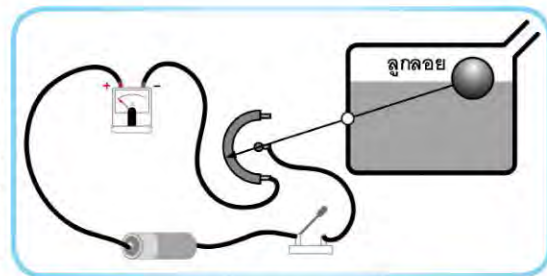


ภาพ การใช้ตัวต้านทานแปรค่าได้
ควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจร

เมื่อเลื่อนหน้าสัมผัสของตัวต้านทานแปรค่าได้วงจรจริง ดังภาพ ในทิศตามเข็มนาฬิกา ความต้านทานจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์มีค่าลดลง ถ้าเลื่อนหน้าสัมผัสในทิศตรงข้ามความต้านทานมีค่าลดลงและกระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าสูงขึ้น ตัวต้านทานแปรค่าที่ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจร เรียกว่า **ตัวควบคุมกระแส**

ตัวควบคุมกระแสเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันมากในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบสำคัญของเครื่องวัดบางชนิด เช่น โอห์มมิเตอร์ และเครื่องวัดปริมาณน้ำมัน เป็นต้น

เครื่องวัดปริมาณน้ำมันประกอบด้วยลูกลอย ต่ออยู่กับขากลางของตัวควบคุมกระแส R ซึ่งต่อเป็นวงจรไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ E สวิตช์ S และแอมมิเตอร์ A ที่หน้าปัดแสดงปริมาณน้ำมัน ดังภาพ ขณะน้ำมันเต็มถึงลูกลอยจะปรับให้ตัวควบคุมกระแสมีความต้านทานต่ำสุด กระแสไฟฟ้าในวงจรจึงมีค่ามาก ทำให้เข็มชี้เต็มสเกลแสดงว่ามีน้ำมันเต็มถึงเมื่อน้ำมันถูกใช้ไป ลูกลอยลดระดับลง และปรับให้ตัวควบคุมกระแสมีความต้านทานเพิ่มขึ้น มีผลให้กระแสไฟฟ้าในวงจรลดลง การเบนของเข็มของเครื่องวัดจะลดลงตามลำดับ และบอกปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่



ภาพ เครื่องวัดปริมาณน้ำมัน

กิจกรรม 3.10 ตัวต้านทานแปรค่าได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
ทดลองและสรุปหลักการทำงานของตัวต้านทานแปรค่า



เวลาที่ใช้ 25 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กระดาษถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ก้อนละ 1.5V	1 ชุด
2. สวิตช์	1 อัน
3. ตัวต้านทาน 330 โอห์ม	1 ตัว
4. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
5. ตัวต้านทานแปรค่าได้ ขนาด 50 กิโลโอห์ม	1 ตัว
6. ตัวต้านทาน LDR	1 ตัว



การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะภายนอกของตัวต้านทานแต่ละชนิด
2. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้กระบะถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย สวิตช์ ตัวต้านทาน แอมมิเตอร์ ตัวต้านทานแปรค่าได้ LDR พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.10 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
4. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ และอย่าให้นักเรียนใช้สวิตช์เพื่อปิด-เปิดวงจร
5. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้อง และให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้



ตัวต้านทานที่แปรค่าได้ มีวิธีการปรับค่าความต้านทานอย่างไร

แนวคำตอบ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าได้มีสามขา เวลาใช้งานจะเลือกต่อคู่ใดคู่หนึ่ง ในการปรับค่าความต้านทานทำได้โดยการหมุนปุ่มปรับค่าความต้านทาน ทิศการหมุนเพื่อปรับค่าจะขึ้นกับการเชื่อมต่อขาใช้งาน



ตัวต้านทาน LDR มีวิธีการปรับค่าความต้านทานอย่างไร

แนวคำตอบ โดยควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบ LDR



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายว่า อะตอมเป็นหน่วยเล็กที่สุดของธาตุ ภายในอะตอมประกอบด้วยอนุภาค 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน และนักวิทยาศาสตร์ได้สร้างชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญเรียกว่า ตัวเก็บประจุ หรือ ตัวเก็บอิเล็กตรอน ครูนำเข้าสู่วิจัย 3.11 โดยใช้คำถามต่อไปนี้



นักเรียนคิดว่าตัวเก็บประจุทำงานได้อย่างไร



กิจกรรม 3.11 การนำตัวเก็บประจุมาใช้งาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและสรุปหลักการทำงานของตัวเก็บประจุ
การเก็บประจุ การคายประจุ และการประยุกต์ใช้งาน



เวลาที่ใช้ 25 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ตัวเก็บประจุ 470 ไมโครฟารัด	1 ตัว
2. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
3. สายไฟฟ้าพร้อมขั้วเสียบและปากหนีบจระเข้	1 เส้น
4. สวิตช์	1 อัน
5. กระดาษถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ถ่านละ 1.5V	1 ชุด

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะภายนอกของตัวเก็บประจุ สังเกตที่ขั้วของตัวเก็บประจุ
2. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้ตัวเก็บประจุ แอมมิเตอร์ พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.11 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม
4. แนะนำนักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ และย้าให้นักเรียนใช้สวิตช์เพื่อปิด-เปิดวงจร
5. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้อง และให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง



ข้อแนะนำในการทำกิจกรรม

เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับถ่านไฟฉาย ประจุไฟฟ้าจะถูกเก็บไว้ในตัวเก็บประจุไฟฟ้าและเมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับแอมมิเตอร์ จะสังเกตได้ว่าเข็มของแอมมิเตอร์จะเบนขึ้น แสดงว่าตัวเก็บประจุคายประจุไฟฟ้าออกไปยังแอมมิเตอร์อย่างรวดเร็ว ถ้าต้องการให้การคายประจุช้าลง จะทำได้โดยต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมเข้ากับตัวเก็บประจุนั้น

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยอาจจะใช้แนวคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? เมื่อนักเรียนนำแอมมิเตอร์ มาต่อเข้ากับตัวเก็บประจุตามการทดลองข้อ 1 ได้ผลอย่างไร ผลที่ได้หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ เข็มของแอมมิเตอร์ไม่ขยับ แสดงว่า ไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

? จากการทดลองข้อ 3 เข็มของแอมมิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ เข็มของมิเตอร์ขยับชั่วขณะหนึ่ง แล้วกลับไปชี้ที่เลขศูนย์แสดงว่า มีกระแสไฟฟ้าหรือมีการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในวงจร และประจุไฟฟ้าหยุดการเคลื่อนที่หรือไม่มีกระแสไฟฟ้า

กิจกรรม 3.12 สนุกกับไดโอด

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

ทดลองและสรุปหลักการทำงานของตัวเก็บประจุ การเก็บประจุ การคายประจุ และการประยุกต์ใช้งาน



เวลาที่ใช้ 30 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กระบะถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ก้อนละ 1.5V	1 ชุด
2. สวิตช์	1 อัน
3. หลอดไฟ ขนาด 6V	1 หลอด
4. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง



รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
5. สายไฟฟ้าพร้อมขั้วเสียบและปากหนีบจระเข้	1 เส้น
6. ไดโอด	1 ตัว
7. ไดโอดเปล่งแสง (LED)	1 ตัว

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะภายนอกของไดโอด และ LED และแนะนำขั้วของไดโอดว่า ประกอบไปด้วยขั้วแคโทด และแอโนด และการดูขั้วของไดโอด

2. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง (LED) พร้อมทั้งข้อควรระวังที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว

3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม 3.12 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

4. แนะนำให้นักเรียนว่าในการทำกิจกรรม ควรต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อนเปิดสวิตช์ และย้าให้นักเรียนใช้สวิตช์เพื่อปิด-เปิดวงจร

5. ครูนำเข้าสู่วิจัยกิจกรรม โดยถามนักเรียนดังนี้

? นอกจากหลอดไฟแล้วยังมีอุปกรณ์อื่นใดอีกบ้างที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้

แนวคำตอบ ไดโอด

? นักเรียนคิดว่า ไดโอด มีหลักการทำงานอย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.12

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? ไดโอดทำหน้าที่อย่างไรในวงจร

แนวคำตอบ ไดโอดเป็นอุปกรณ์จำกัดทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วแอโนดผ่านไปยังขั้วแคโทดเท่านั้น

? ไดโอดเปล่งแสงกับหลอดไฟฟ้า มีหลักการทำงานเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ต่างกัน ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วแอโนดผ่านไปยังขั้วแคโทด ส่วนหลอดไฟจะส่องแสงได้ไม่ว่ากระแสจะเคลื่อนที่ผ่านหลอดในทิศทางใดก็ได้





ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงเมื่อต่อขาของไดโอดเข้ากับวงจรอย่างไร

แนวคำตอบ ต่อขั้วแอโนดของไดโอดเข้ากับด้านที่ต่อกับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และต่อขั้วแคโทดเข้ากับด้านที่ต่อกับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ เช่น ประเภทต่างๆ ของไดโอด สัญลักษณ์ของไดโอดในวงจรไฟฟ้า ข้อควรระวังในการใช้ไดโอด การนำไดโอดไปใช้ประโยชน์

กิจกรรม 3.13

ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
ทดลองและสรุปหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์
ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด ปิดวงจรไฟฟ้า



เวลาที่ใช้ 90 นาที

วัสดุ อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กระดาษถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ถ่านละ 1.5V	1 ชุด
2. สวิตช์	1 อัน
3. ตัวต้านทาน 100 โอห์ม	1 ตัว
4. ออดไฟฟ้า	1 ตัว
5. สายไฟฟ้าพร้อมขั้วเสียบและปากหนีบจะเข้	10 เส้น
6. ตัวต้านทาน 3.3 กิโลโอห์ม	2 ตัว
7. ตัวต้านทาน 24 กิโลโอห์ม	1 ตัว
8. ทรานซิสเตอร์ C 458	1 ตัว

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูควรเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ ออดไฟฟ้า ตัวต้านทาน 100 โอห์ม ออดไฟฟ้า ตัวต้านทาน 3.3 กิโลโอห์ม ตัวต้านทาน 24 กิโลโอห์ม ทรานซิสเตอร์ C 458
2. ครูควรให้คำแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับการพิจารณาว่าขาของทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในกิจกรรมนี้โดยการจับขาของทรานซิสเตอร์ให้ด้านแบนเข้าหาตัวเรด้างภาพขาของทรานซิสเตอร์นี้อยู่ตรงกลางคือ ขา C (collector) ส่วนขาที่อยู่ด้านขวาของขา C คือ ขา B (base) และขาที่อยู่ทางด้านซ้ายคือ ขา E (emitter)



3. ครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหน้าที่ของสวิตช์ในวงจรไฟฟ้า เพื่อนำไปสู่แนวคิดการนำทรานซิสเตอร์มาทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ในวงจรไฟฟ้าในกิจกรรม

4. ครูแนะนำการทำงานของออดไฟฟ้าให้นักเรียนว่า ออดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียง จะทำงานเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวออด

5. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยการนำอภิปรายว่าในวงจรไฟฟ้าทั่วๆ ไป เรามักจะใช้สวิตช์เป็นอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดของวงจรไฟฟ้า แต่ถ้าเราต้องการควบคุมบางส่วนของวงจรไฟฟ้า สามารถใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าทรานซิสเตอร์เพื่อช่วยเปิดปิดวงจรไฟฟ้า

ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยใช้คำถามต่อไปนี้

? นักเรียนคิดว่าหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เปิดปิดวงจรไฟฟ้าเป็นอย่างไร

ครูไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากการทำกิจกรรม 3.13

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

? การต่อออดไฟฟ้าที่ถูกต้องจะต้องต่อขั้วออดไฟฟ้าอย่างไร

แนวคำตอบ ต่อขั้วบวกของออดไฟฟ้ากับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย และต่อขั้วลบของออดไฟฟ้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉาย

? ทรานซิสเตอร์ควบคุมให้ออดไฟฟ้าทำงานได้อย่างไร

แนวคำตอบ ถ้าตัวต้านทานที่ต่อไว้ที่ระหว่างขา C กับขา E (R_1) และขา B กับขา E (R_2) มีค่าความต้านทานเท่ากัน ทรานซิสเตอร์จะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขา C ไปยังขา E (ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ปิดวงจร) แต่ถ้าตัวต้านทานที่ต่อไว้ที่ระหว่างขา B กับขา E (R_2) มีค่าความต้านทานมากกว่าตัวต้านทานที่ต่อระหว่างขา C กับขา E (R_1) จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากขา C ไปยังขา E ของทรานซิสเตอร์ได้ (ทรานซิสเตอร์จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ที่เปิดวงจร)

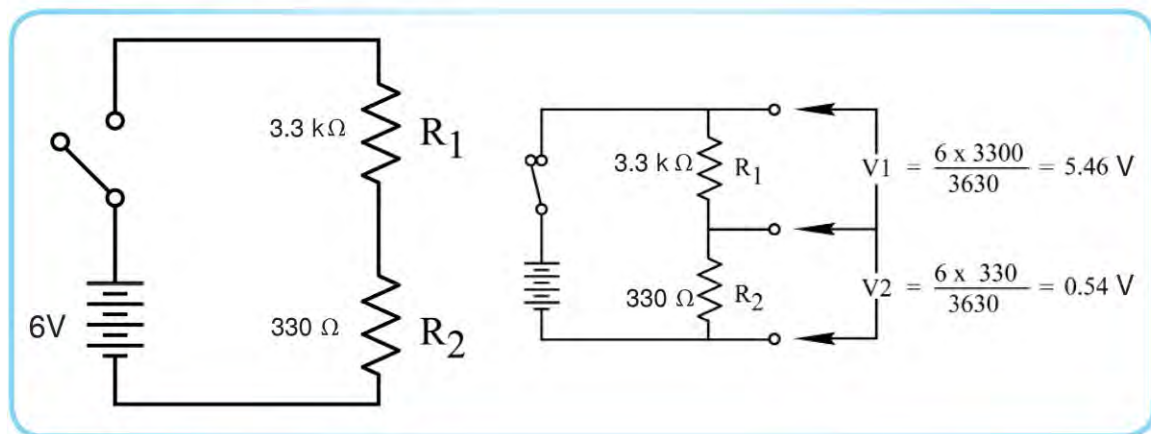
ครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ เช่น ทรานซิสเตอร์มีกี่ชนิด แต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

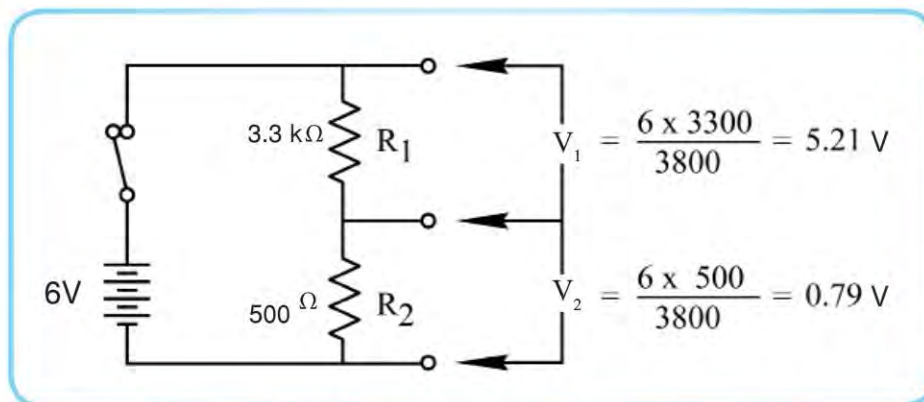
หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์

ทรานซิสเตอร์จะสามารถควบคุมออกไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อจัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขาต่างๆ อย่างเหมาะสม และค่าความต่างศักย์ระหว่างขาต่างๆ มีหลักการควบคุมโดยใช้วงจรแบ่งความต่างศักย์ (potential divider) อย่างง่ายดังภาพ

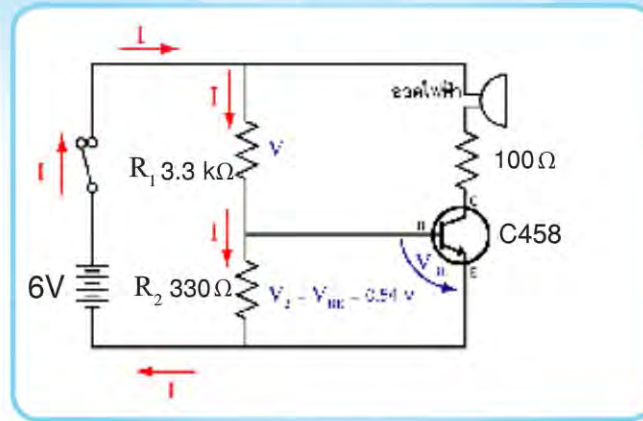
จากรูปนี้ R_1 และ R_2 (เรียก R_1 และ R_2 ว่า เป็น potential divider) มีค่าเท่ากัน จะแบ่งความต่างศักย์ 6V ออกเป็นสองส่วน โดยความต่างศักย์ที่คร่อม R_1 จะมีค่า 5.46 โวลต์ และความต่างศักย์ที่คร่อม R_2 จะมีค่า 0.54 โวลต์ ดังนี้



ถ้า R_1 และ R_2 จะแบ่งความต่างศักย์ 6V ออกตามสัดส่วนของค่าความต้านทาน

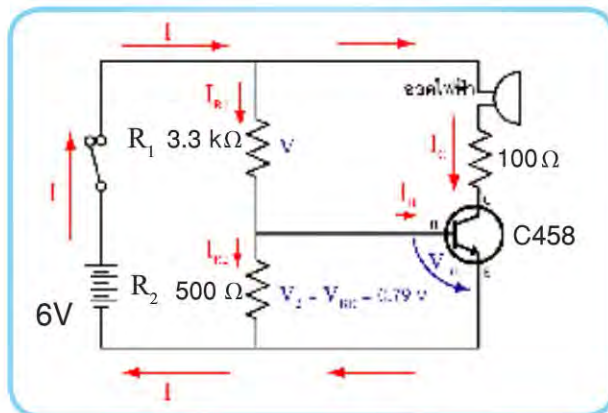


เมื่อนำวงจรนี้ ไปต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์ดังรูป



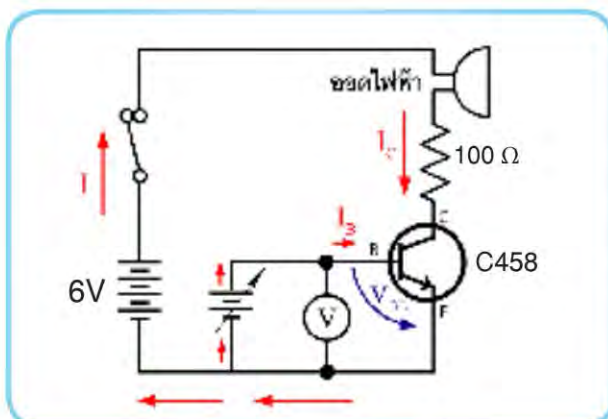
ถ้า V_2 หรือ V_{BE} เท่ากับ 0.54 V (ทำให้กระแส I_{BE} มีค่าน้อย) ทรานซิสเตอร์จะยังไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากขา C ไปยังขา E ได้

แต่ถ้าเพิ่ม V_2 หรือ V_{BE} เท่ากับ 0.79 V (ทำให้กระแส I_{BE} มีค่ามากขึ้น) ทรานซิสเตอร์จะยอม



ค่า V_{BE} ปกติที่ ทรานซิสเตอร์ C458 เริ่มทำงาน มีค่าประมาณ 0.7 V

ถ้าต่อวงจรใหม่ โดยใช้แหล่งกำเนิดที่ปรับค่าความต่างศักย์ได้อีก 1 ชุด และใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสที่ขา B กับขา E ดังภาพ



จะพบว่า ถ้า V_{BE} น้อยกว่า 0.7 V แล้วหลอดไฟฟ้าจะไม่ดัง นั่นคือทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ โดยใช้กระแสหรือความต่างศักย์เล็กน้อย (ระหว่างขา B กับ ขา E) ควบคุมกระแสปริมาณมากๆ (ที่ผ่านขา C ไปยัง E)

วิธีตรวจสอบขาของทรานซิสเตอร์แบบง่ายๆ

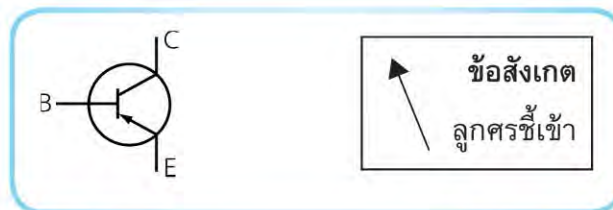
ปัจจุบันได้มีการผลิตทรานซิสเตอร์ออกมาสู่ตลาดมากมายหลายชนิด และรูปร่างลักษณะก็หลากหลาย ซึ่งแต่ละบริษัทผู้ผลิตก็จะมีเครื่องหมายระบุขาของทรานซิสเตอร์แตกต่างกันไป ลองสังเกตดูตัวอย่างทรานซิสเตอร์ต่อไปนี้



จะเห็นว่ารูปแบบของทรานซิสเตอร์นั้นต่างกัน แต่ที่เหมือนกันก็คือทรานซิสเตอร์มี 3 ขาเหมือนกัน คือ ขาเบส (B) ขาคอลเล็กเตอร์ (C) และขาอีมิเตอร์ (E) ซึ่งแต่ละขาจะทำหน้าที่แตกต่างกันไป ดังที่ได้ทดลองทำกิจกรรมมาแล้ว และก็ทราบว่าการป้อนกระแสไฟฟ้าที่ขาต่าง ๆ จะต้องเหมาะสมจึงจะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ตามที่ต้องการ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องรู้ว่าขาใดเป็นขาใด แต่ก่อนที่จะรู้จักขานั้นเราจะต้องรู้ว่าทรานซิสเตอร์ที่มีอยู่นั้นเป็นทรานซิสเตอร์ชนิดใด

ทรานซิสเตอร์ที่พบบ่อยๆ นั้น จะมีอยู่ 2 ชนิด ดังนี้

ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ซึ่งอาจสังเกตได้จากรหัสหรือเบอร์ของทรานซิสเตอร์ จะมีตัวอักษร A และ B เช่น 2 SA..., 2 SB... มีสัญลักษณ์ดังนี้



ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ซึ่งอาจสังเกตได้จากรหัสหรือเบอร์ของทรานซิสเตอร์ จะมีอักษร C และ D ปรากฏอยู่ เช่น 2 SC 373 หรือจะเขียนเป็น C373 มีสัญลักษณ์ดังนี้

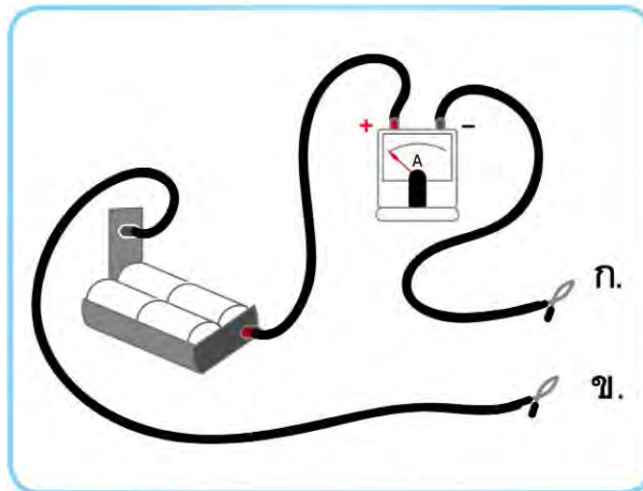


หาหาทรานซิสเตอร์ได้อย่างไร

จากสัญลักษณ์เราจะทราบขาของทรานซิสเตอร์ได้ แต่ถ้าเราพบทรานซิสเตอร์สักตัวหนึ่ง อาจจะ
ไม่ทราบว่าขาไหนเป็นขาอะไร วิธีแก้ไขนั้นทำได้โดยการตรวจสอบด้วยวิธีง่ายๆ ดังนี้

ก่อนอื่นเราจะต้องมีเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สายไฟ 3 เส้น และถ่านไฟฉายพร้อมกระเบาะ 1 หรือ
2 ก้อน โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากับถ่านไฟฉาย ดังรูป



2. ให้ขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ก่อน โดยใช้สายไฟฟ้า ก (สายไฟฟ้าที่ต่อจากขั้วลบของ
เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า) หนีบที่ขาใดขาหนึ่งของทรานซิสเตอร์และสายไฟฟ้า ข (สายไฟฟ้าที่ต่อจาก
ขั้วลบของถ่านไฟฉาย)แตะขาทรานซิสเตอร์ที่เหลือทีละขา และให้สังเกตเข็มของเครื่องวัดกระแส
ไฟฟ้าว่า ถ้าแตะขาหนึ่งของทรานซิสเตอร์แล้วเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบน แต่แตะอีกขาหนึ่ง
เข็มไม่เบน ให้ย้ายสายไฟฟ้า ก ไปหนีบขาอื่นและปฏิบัติเช่นเดิมอีกจนกว่าจะพบว่าเข็มของเครื่องวัด
กระแสไฟฟ้าเป็นดังนี้

ก. ถ้าเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบนขึ้นทั้ง 2 ขา นั่นคือ ขาของทรานซิสเตอร์ที่หนีบ
ด้านสายไฟฟ้า ก เป็นขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

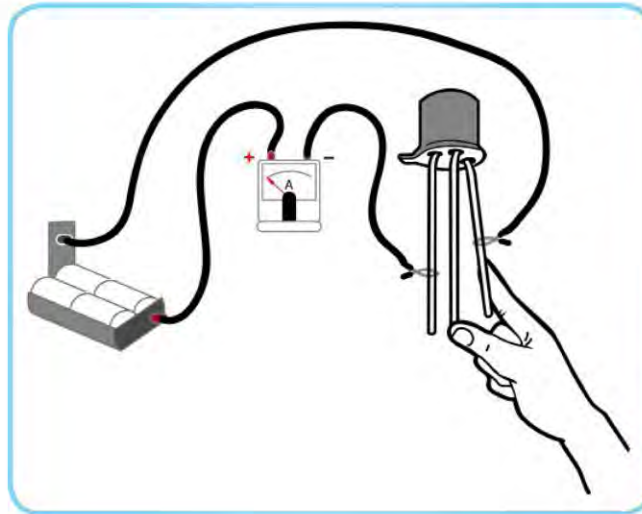
ข. ถ้าเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไม่เบนทั้ง 2 ขา นั่นคือ ขาของทรานซิสเตอร์ที่หนีบ
ด้วยสายไฟฟ้า ก นั้นเป็นขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

3. การหาขาคอลเล็คเตอร์ (C) และขาอีมิเตอร์ (E) ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

ก. เมื่อทราบขาใดเป็นขา B แล้ว ขาที่เหลือนั้นขาหนึ่งต้องเป็น C และอีกขาหนึ่งต้องเป็น E

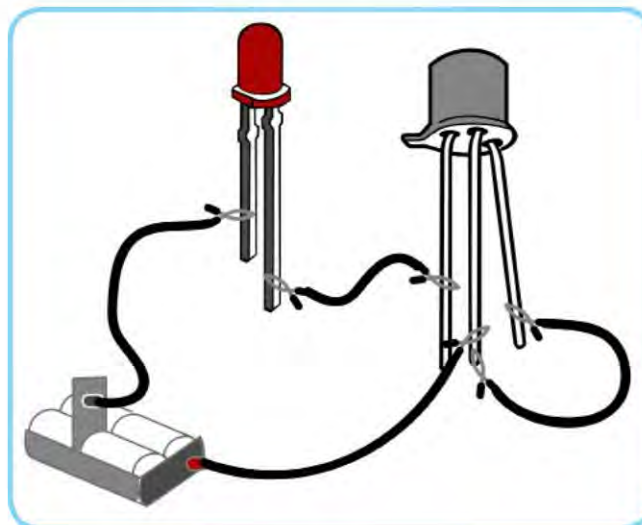
ข. ใช้สายไฟฟ้า ก และ ข หีบขาที่ไม่ใช่ขา B

ค. ใช้นิ้วมือแตะระหว่างขา B กับขาที่เหลือทีละขา ดังรูป



ถ้าเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไม่เบนเลย ให้สลับกับการหีบขาของทรานซิสเตอร์ แล้วใช้นิ้วมือแตะระหว่างขา B กับขาอีกขาหนึ่งที่ละขา ถ้าขาคู่ใดที่แตะแล้วเข็มของเครื่องวัดเบนขึ้น แสดงว่าขานั้นเป็นขา C ส่วนขาที่เหลือจะเป็นขา E

นอกจากจะใช้วิธีดังกล่าวแล้ว สามารถใช้ไดโอดเปล่งแสงแทนเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบหาขาของทรานซิสเตอร์เหมือนกัน เพียงแต่จะต้องใช้ถ่านไฟฉาย 3 หรือ 4 ก้อน และใช้สายไฟแทนมือในการช่วยหาขา C และ E ดังภาพ



กิจกรรม 3.14

สนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นโดยใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ศึกษามา
2. นำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน



เวลาที่ใช้ 30 นาที

การอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูควรมอบหมายให้ผู้เรียนไปสืบค้นและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่สนใจ และทำกิจกรรมนี้ในลักษณะของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการทำโครงงานมาจัดแสดง
2. ครูเตือนให้นักเรียนระวังการใช้วัสดุ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าอย่างระมัดระวัง ป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นและเป็นอันตราย
3. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอโครงการ





- ? 1. ลุงโย่งจะต้องเสียค่าไฟฟ้าเท่าใดในเดือนกันยายน เมื่อใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไปนี้ทุกวัน และเสียค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2 บาท

1.1 หลอดไฟฟ้า 100 วัตต์ 4 หลอด เปิดวันละ 4 ชั่วโมงทุกหลอด

1.2 เตารีด 1,000 วัตต์ ใช้วันละ 1 ชั่วโมง

1.3 เครื่องรับโทรทัศน์ 150 วัตต์ เปิดวันละ 4 ชั่วโมง

แนวคำตอบ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน หาได้จาก

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้าใช้} &= [\text{กิโลวัตต์} \times \text{ชั่วโมง}] \times 4 \\ &= 1.6 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่เตารีดใช้} &= \frac{1000}{1000} \text{ กิโลวัตต์} \times 1 \text{ ชั่วโมง} \\ &= 1 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องรับโทรทัศน์ใช้} &= \frac{150}{1000} \text{ กิโลวัตต์} \times 4 \text{ ชั่วโมง} \\ &= 0.6 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\text{ใน 1 วัน ใช้พลังงานไฟฟ้าไปทั้งหมด} = 1.6 + 1 + 0.6 = 3.2 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}$$

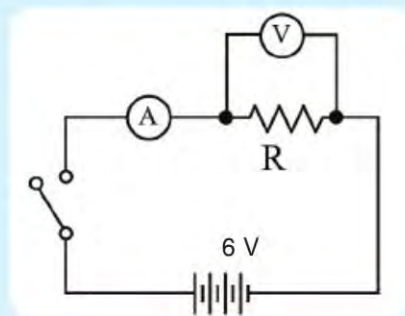
$$\text{เสียค่าไฟฟ้าในเดือนกันยายน} = 3.2 \times 30 \times 2 = 192 \text{ บาท}$$

ลุงโย่งจะต้องเสียค่าไฟฟ้าในเดือนกันยายนเท่ากับ 192 บาท

- ? 2. การให้พลังงานไฟฟ้ากับหลอดไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะมีค่าเท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานแสงที่เกิดขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะมากกว่าพลังงานแสงที่เกิดขึ้น เพราะพลังงานไฟฟ้าต้องเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อนด้วย

- ? 3. เมื่อต่อตัวต้านทาน (R) เข้ากับวงจรไฟฟ้า ดังภาพ



คำถามท้ายบทที่ 3



วัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ผลดังตาราง

จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน)	ค่าความต่างศักย์ (โวลต์)	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
1	1.5	0.003
2	3.0	0.006
3	4.5	0.009
4	6.0	

จงตอบคำถามต่อไปนี้

? 3.1 ให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า

แนวคำตอบ



? 3.2 ค่าความต้านทานของตัวต้านทานนี้มีค่ากี่โอห์ม

แนวคำตอบ

จากกฎของโอห์มได้ว่า $\frac{V}{I} = R$

$$\therefore R = \frac{3 \text{ V}}{0.006 \text{ A}} = 500 \Omega$$

? 3.3 ถ้าใช้ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานมีค่ากี่แอมแปร์

จากกฎของโอห์มได้ว่า $\frac{V}{I} = R$

$$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{6 \text{ V}}{500 \Omega} = 0.012 \text{ A}$$





- ?** 4. บ้านอยู่อาศัยหลังหนึ่งใช้เครื่องปลดวงจรรวมในบ้าน ซึ่งยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านสูงสุดได้ไม่เกิน 15 แอมแปร์ ความต้านทานรวมของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านควรเป็นเท่าใด โดยเครื่องปลดวงจรรวมยังคงทำงานได้ตามปกติ

แนวคำตอบ ความต่างศักย์ที่ใช้ในบ้านเป็น 220 โวลต์ ถ้าต้องการให้เครื่องปลดวงจรทำงาน กระแสที่ผ่านต้องไม่เกิน 15 แอมแปร์ หาความต้านทานของวงจรจากกฎของโอห์ม

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220 \text{ V}}{15 \text{ A}} = 14.66 \Omega$$

∴ ความต้านทานรวมจะต้องมีค่ามากกว่า 14.66 โอห์ม เพราะเมื่อความต้านทานมีค่าน้อยกว่า 14.66 โอห์ม จะส่งผลให้กระแสไฟฟ้ามีค่ามากกว่า 15 แอมแปร์ เครื่องปลดวงจรรวมในบ้านจะไม่ทำงาน

- ?** 5. การป้องกันไม่ให้ไฟฟ้าในบ้านเกิดการลัดวงจร จะทำได้อย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ 1. ตรวจสอบสายไฟฟ้าตามส่วนต่างๆ ในบ้าน ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าอยู่ในสภาพดี ถ้าสายไฟฟ้าเก่าก็เปลี่ยนสายไฟฟ้าใหม่
2. ตรวจสอบสภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า สายไฟต้องไม่ชำรุด และมีฉนวนหุ้ม
3. เมื่อติดตั้งเสียบออกจากเต้ารับ ควรจับที่เต้าเสียบ ไม่ควรกระชากที่สายไฟ เพราะอาจทำให้สายไฟฟ้าหลุดออกจากเต้าเสียบแล้วเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้

- ?** 6. โหนดนำความรู้เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมาใช้ประโยชน์ในบ้าน โดยเขาใช้ประตูเข้าบ้านซึ่งทำหน้าที่เปิด หรือปิดทางเข้าบ้านมาเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ถ้าท่านเป็นโหนดจงออกแบบและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบกับประตูเข้าบ้านพร้อมทั้งคำบรรยาย

แนวคำตอบ พิจารณาการออกแบบประกอบกับการใช้เหตุผล



ภาคผนวก

- รายการวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
- คำศัพท์
- บรรณานุกรม
- คณะกรรมการพัฒนาคู่มือครู รายวิชาวิทยาศาสตร์ ๕

รายการวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีที่ 3 เล่ม 1

บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1.	เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1 เครื่อง
2.	เครื่องชั่งสปริง	2 เครื่อง
3.	เชือก ยาว 30 cm	1 เส้น
4.	เชือกเส้นเล็ก หรือเส้นด้าย ยาวประมาณ 20 cm.	1 เส้น
5.	เส้นเอ็น ยาว 30 cm	1 เส้น
6.	แถบกระดาษ	3 แผ่น
7.	ไม้เมตร	1 อัน
8.	กระดาษขาว หรือลวดเสียบกระดาษ	1 ม้วน
9.	กระดาษคาร์บอน	1 แผ่น
10.	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
11.	ถ้วยยูเรกา	1 ใบ
12.	ถุงทราย	3 ถุง
13.	ถุงพลาสติก	1 ถุง
14.	บีกเกอร์ 250 ml	1 ใบ
15.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง

บทที่ 2 งานและพลังงาน

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1.	กะบะทรายพร้อมทราย	1 ถาด
2.	ไม้เมตร	1 อัน
3.	ลูกเหล็ก	1 ลูก

บทที่ 2 พลังงานไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1.	แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
2.	โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
3.	ใบแจ้งค่าไฟฟ้า	5 ใบ
4.	ไดโอด	1 ตัว
5.	ไดโอดเปล่งแสง (LED)	1 ตัว
6.	กระดาษทราย	1/4 แผ่น
7.	กระบะถ่าน	1 อัน
8.	กระบะถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ก้อนละ 1.5 V	1 ชุด
9.	ฐานหลอดไฟ	2 อัน
10.	ตัวเก็บประจุ 470 ไมโครฟารัด	1 ตัว
11.	ตัวต้านทาน 100 Ω	1 ตัว
12.	ตัวต้านทาน 200 Ω	1 ตัว
13.	ตัวต้านทาน 300 Ω	1 ตัว
14.	ตัวต้านทาน 330 Ω	1 ตัว
15.	ตัวต้านทาน 400 Ω	1 ตัว
16.	ตัวต้านทาน 500 Ω	1 ตัว
17.	ตัวต้านทาน 3.3 k Ω	2 ตัว
18.	ตัวต้านทาน LDR	1 ตัว
19.	ตัวต้านทานแปรค่าได้ ขนาด 50 k Ω	1 ตัว
20.	ถ่านไฟฉายขนาด D ก้อนละ 1.5 V	4 ก้อน
21.	ทรานซิสเตอร์ C 458	1 ตัว
22.	ฝอยเหล็กยาว 10 cm	2 เส้น
23.	ลวดทองแดงเบอร์ 26 ยาว 10 cm	1 เส้น

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
24.	ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาวประมาณ 1 เมตร	1 เส้น
25.	ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 10 cm	1 เส้น
26.	ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 20 cm	1 เส้น
27.	ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 30 cm	1 เส้น
28.	ลวดนิโครม เบอร์ 30 ยาว 10 cm	1 เส้น
29.	สวิตช์	1 อัน
30.	สายไฟฟ้าชนิดฉนวน 2 ปลาย	2 เส้น
31.	สายไฟฟ้าชนิดปลายหนึ่งเป็นขั้วเสียบ อีกปลายหนึ่งเป็นปากหนีบจะเข้	10 เส้น
32.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
33.	หลอดไฟ ขนาด 6 V	2 หลอด
34.	ออกไฟฟ้า	1 ตัว

คำศัพท์

กฎการอนุรักษ์พลังงาน	law of conservation of energy
กระแสไฟฟ้า	electrical current
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	projectile motion
กำลัง	power
กำลังไฟฟ้า	electrical power
ขาคอลเล็กเตอร์	collector
ขาเบส	base
ขาอีมีตเตอร์	emitter
ความจุไฟฟ้า	capacitance
ความต่างศักย์	potential difference
ความต้านทาน	resistance
ความเร่ง	acceleration
ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก	gravitational acceleration
ความเร่งสู่ศูนย์กลาง	centripetal acceleration
เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	ticker timer
งาน	work
จุดหมุน	fulcrum
ไดโอด	diode
ไดโอดเปล่งแสง	light-emitting diode
ตัวเก็บประจุ	capacitor
ตัวตัดวงจรรวม	main circuit breaker
ตัวนำ	conductor
ทรานซิสเตอร์	transistor
พลังงานกล	mechanical energy
พลังงานจลน์	kinetic energy
พลังงานไฟฟ้า	electrical energy
พลังงานศักย์โน้มถ่วง	gravitational potential energy
ฟิวส์	fuse

คำศัพท์

ไฟฟ้าลัดวงจร	short circuit
โมเมนต์ของแรง	moment of a force
ระบบหน่วยระหว่างชาติ	International System Unit
แรงกิริยา	action force
แรงปฏิกิริยา	reaction force
แรงพยุง	buoyant force
แรงลัพธ์	net force
แรงสู่ศูนย์กลาง	centripetal force
แรงเสียดทาน	friction
แรงเสียดทานจลน์	kinetic friction
แรงเสียดทานสถิต	static friction
วงจรปิด	close circuit
วงจรรวม	integrated circuit
โวลต์	volt
โวลต์มิเตอร์	voltmeter
สายกลาง	neutral
สายดิน	ground
สายมีศักย์	live
แอมแปร์	ampere
แอมมิเตอร์	ammeter
แอลดีอาร์	light dependent resistor
โอห์ม	ohm

บรรณานุกรม

- การไฟฟ้านครหลวง. การป้องกันอัคคีภัยจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับบ้านที่อยู่อาศัย. กรุงเทพฯ : ไร่ไธเพรส. 2537.
- การไฟฟ้านครหลวง. ชีวิตปลอดภัยเมื่อใช้สายดิน. กรุงเทพฯ : ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่. 2540. (แผ่นพับ).
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย. ภาคฟิสิกส์. ฟิสิกส์ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย. ภาคฟิสิกส์. ฟิสิกส์ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยีน ภู่วรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์. 2535.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่
พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : ศุภสภาลาดพร้าว. 2548.
- _____. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : สกสค.ลาดพร้าว. 2548.
- Ciccotti, F. and Kelly, D.. Physics. London: Harper Collins Publishers. 2000.
- Hewitt, P.G.. Conceptual Physics. Teacher's edition. California: Addison - Wesley. 1987.
- Jones, M., Jones, G. & Marchington, P.. Physics. Cambridge :Cambridge University. 1997.
- Weast, R.C.. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 67th edition. Boca Raton: CRC. 1998.
- Zitzewitz, P.W. and Murphy, J.T.. Physics Principles & Problems. Columbus, OH: A Bell & Howell.
1990.

คณะกรรมการพัฒนาคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1

ที่ปรึกษา

ดร.พรพรรณ ไวยากร
นายณรงค์ศิลป์ รูปนหม
ดร.จารุวรรณ แสงทอง

ผู้อำนวยการ
รองผู้อำนวยการ
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการดำเนินงาน

นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ
ดร.โชคชัย อัครวิชัย
นายพิพัฒน์ คงทอง
นางสาวธนพรณ ชาติ
นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง
นายวัฒน์ วัฒนากุล
นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์
นางสาวสศิตยา ลังการพันธุ์
นางสาวกมลนารี ลายคราม
นายวชิร ศรีคุ้ม
นายชาคริต อนันต์วัฒนวงศ์
นายสุรพันธ์ จุสุวรรณ

สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษาวิชาการ

ดร.เดชา ศุภพิทยากรณ์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะบรรณาธิการ

ดร.บุรินทร์ อัครพิภพ
ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ครูผู้สอนที่ร่วมพิจารณาหนังสือเรียน

นางศิริพรรณ เรียบเจริญ โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม จ.กาญจนบุรี
นางสมกิตต์ ไอร์สมัย โรงเรียนสิรินธร
นางสาวอมรัตน์ นุบมไซต์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

คณะทำงานฝ่ายเสริมวิชาการ

นางวรรณพร ทิณพงษ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวรัชดาภรณ์ สุนาวี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวมนัสวี กิมพิทักษ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี





สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ



ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว
นายสันติภาพ อินทรพัฒน์ ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา



www.suksapan.or.th