ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เล่มที่ 1 งานและกำลัง

วรรณ์ทนา จิตพันธุ์

ครูชำนาญการ

โรงเรียนนาทวีวิทยาคม อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสงขลา สตูล

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย สอดคล้องตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการสืบค้น กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทั้งหมด 3 เล่ม ดังนี้

เล่มที่ 1 งานและกำลัง

เล่มที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย

เล่มที่ 3 พลังงาน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1 งานและกำลัง ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน มีเนื้อหาคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจเพิ่มขึ้น เพราะได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เล่มที่ 1 งานและกำลังนี้ จะเป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสำหรับครูที่สนใจนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนและสามารถอำนวยประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้

วรรณ์ทนา จิตพันธุ์
ครูชำนาญการ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ง
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู	1
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน	2
คู่มือสำหรับครู	3
สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้	5
แบบทดสอบก่อนเรียน	6
แนวความคิดหลัก งานและกำลัง	10
ผังมโนทัศน์ สาระการเรียนรู้ เรื่อง งานและกำลัง	11
ส่วนประกอบของชุดกิจกรรม เล่มที่ 1 งานและกำลัง	12
บัตรคำถามที่ 1 เรื่อง งาน	13
บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง งาน	14
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดงาน	17
คำถามชวนคิดที่ 1 เรื่อง งาน	21
คำถามชวนคิดที่ 2 เรื่อง คำนวณงาน	22
บัตรคำถามที่ 2 เรื่อง กำลัง	23
บัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง กำลัง	24
บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กำลังในการลากวัตถุ	27
คำถามชวนคิดที่ 3 เรื่อง คำนวณกำลัง	29

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แบบทดสอบหลังเรียน	31
ภาคผนวก	35
แนวคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	36
แนวคำตอบบัตรคำถามที่ 1 เรื่องงาน	37
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดงาน	38
แนวคำตอบคำถามชวนคิดที่ 1 เรื่อง งาน	42
แนวคำตอบคำถามชวนคิดที่ 2 เรื่อง คำนวณงาน	43
แนวคำตอบบัตรคำถามที่ 2 เรื่อง กำลัง	44
แนวคำตอบบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กำลังในการลากวัตถุ	45
แนวคำตอบคำถามชวนคิดที่ 3 เรื่อง คำนวณกำลัง	47
บรรณานุกรม	49
บรรณานุกรมภาพ	50

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ออกแรงผลักและดึงวัตถุ	14
2	เดินถือของในแนวราบ	14
3	คนแบกข้าวสาร	18
4	คนดันกล่องไม้ให้เคลื่อนที่	18
5	คนลากรถ	18
6	คนนั่งทำงาน	19
7	คนเดินลากกระเป๋า	19
8	คนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นบันได	19
9	คนเดินถือกล่อง	20
10	รถม้า	24
11	รถบรรทุก	24

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เล่มที่ 1 งานและกำลัง หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีเนื้อหาที่ต้องเรียนรู้โดยใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง ครูควรศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะสอนให้เข้าใจโดยละเอียด โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม การใช้สื่อและอุปกรณ์ ให้เข้าใจชัดเจน
2. ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาเพิ่มเติมล่วงหน้า และเตรียมความพร้อมก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน คละเพศ คละความสามารถ คือ คนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1:3:1
4. ชี้แจงให้นักเรียนทราบวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
5. แจ้งตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้แก่นักเรียน
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นรายบุคคล
7. ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
8. หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นรายบุคคล

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาต่อไปนี้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เล่มที่ 1 งานและกำลัง หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนควรปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เล่มที่ 1 งานและกำลัง หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
2. นักเรียนศึกษาคำแนะนำ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวความคิดหลักให้เข้าใจก่อนปฏิบัติกิจกรรม
3. นักเรียนควรฟังคำชี้แจงของครูและทำความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เล่มที่ 1 งานและกำลัง จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที เป็นรายบุคคลเพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มให้ครบทุกกิจกรรม และควรอ่านเนื้อหาไปตามลำดับ ไม่เว้นหน้า จะทำให้เข้าใจชัดเจน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เล่มที่ 1 งานและกำลัง จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที เพื่อให้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน
7. สรุปผลคะแนนและการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
8. เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้เก็บวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

คู่มือสำหรับครู

คู่มือสำหรับครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เล่มที่ 1 งานและกำลัง หน่วยการเรียนรู้ คุณค่าของงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สิ่งที่ครูควรปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ครูควรศึกษาวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม การใช้สื่อและอุปกรณ์ การวัดและประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจชัดเจน
2. ครูควรค้นคว้าและอ่านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมล่วงหน้า และเตรียมสื่อให้พร้อมก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. การจัดชั้นเรียน ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน คละคนเก่ง ปานกลาง อ่อน อยู่ร่วมกันตามความเหมาะสม เพื่อฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการทำกิจกรรม
5. ครูแจ้งตัวชี้วัดให้นักเรียนทราบ
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อประเมินความรู้เดิม
7. ครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษา และแนะนำวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนักเรียนจะได้ปฏิบัติอย่างถูกต้อง
8. ดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้
   8.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
   8.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
   8.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
   8.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
   8.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

9. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูควรดูการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำแนะนำกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจในกิจกรรมต่าง ๆ
10. การสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเป็นกิจกรรมร่วมของนักเรียนทุกกลุ่ม ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกมากที่สุด
11. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนตรวจสอบและเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย
12. หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้ง ครูควรตรวจคำตอบแล้วแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบทันที เพื่อดูความก้าวหน้าของนักเรียน
13. ครูสรุปผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพปัญหา และข้อเสนอแนะ หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

หมายเหตุ

- กรณีที่นักเรียนขาดเรียน ให้นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคล
- กรณีที่นักเรียนเรียนไม่ทัน ครูควรแนะนำหรือมอบหมายงานหรือเอกสารให้ศึกษาเพิ่มเติมในเวลาว่าง
- กรณีนักเรียนทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ครูให้นักเรียนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

สาระที่ 2
วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $p = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ
2. ทดลองหาปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลัง
3. คำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $p = \frac{W}{t}$

แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง งานและกำลัง

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ (เวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. สถานการณ์ในข้อใดทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์

ก. นั่งดูโทรทัศน์
ข. นอนอ่านหนังสือ
ค. แบกกล่องเดินบนพื้นราบ
ง. ผลักตู้ให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นห้อง

2. สถานการณ์ในข้อใดไม่ทำให้เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์

ก. น้ำอิงยกกระป๋องที่บรรจุน้ำขึ้นจากสระน้ำ
ข. เอ๋แบกกระสอบทรายแล้วเดินไปตามถนน
ค. โจ้เข็นรถเข็นที่มีกระสอบข้าวสารไปตามถนน
ง. นายดำยกกระสอบข้าวเปลือกจากพื้นขึ้นรถบรรทุก

3. ลุงแดงออกแรงดันรถเข็นด้วยแรง 60 นิวตัน ทำให้รถเข็นเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เมตร งานที่ลุงแดงทำเป็นเท่าใด

ก. 300 นิวตัน เมตร
ข. 400 นิวตัน เมตร
ค. 500 นิวตัน เมตร
ง. 600 นิวตัน เมตร

4. นักเรียนออกแรงดันก้อนหินด้วยแรง 80 นิวตัน ดันก้อนหินเป็นเวลา 50 วินาที แต่ก้อนหินไม่เคลื่อนที่ นักเรียนทำงานได้เท่าใด

ก. 0 นิวตัน เมตร
ข. 5 นิวตัน เมตร
ค. 10 นิวตัน เมตร
ง. 15 นิวตัน เมตร

5. งานในทางวิทยาศาสตร์มีความหมายสอดคล้องกับข้อใด

ก. เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ข. เกิดจากที่แรงไปกระทำกับวัตถุ
ค. เป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นจูล
ง. เกิดจากแรงไปกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

6. ทิศทางของแรงและแนวการเคลื่อนของวัตถุในข้อใดทำให้งานมีค่าเป็นศูนย์

ก. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ทำมุมกัน
ข. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ตั้งฉากกัน
ค. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน
ง. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่มีทิศเดียวกัน

7. น้ำฝนจัดห้องโดยการออกแรงดันตู้เก็บของจากมุมห้องด้านหนึ่งไปยังมุมห้องด้านตรงข้ามได้ระยะทาง 5 เมตร สถานการณ์นี้มีงานเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. เกิดงาน เพราะแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศตรงข้ามกัน
ข. ไม่เกิดงาน เพราะแรงมีทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ค. เกิดงาน เพราะแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกัน
ง. ไม่เกิดงาน เพราะแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกัน

8. บอลหนัก 450 นิวตัน บาสหนัก 500 นิวตัน เดินขึ้นบันไดจากชั้นหนึ่งไปชั้นสองมีระยะทาง 4 เมตร บอลใช้เวลา 40 วินาที บาสใช้เวลา 50 วินาที ใครใช้กำลังมากกว่ากัน และมากกว่ากันเท่าใด

ก. บอลใช้กำลังมากกว่าบาส 5 วัตต์
ข. บอลใช้กำลังมากกว่าบาส 8 วัตต์
ค. บาสใช้กำลังมากกว่าบอล 5 วัตต์
ง. บาสใช้กำลังมากกว่าบอล 10 วัตต์

9. ช่างซ่อมรถออกแรงดันรถด้วยแรง 250 นิวตัน ทำให้รถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 3 เมตร ภายในเวลา 15 วินาที กำลังที่ช่างซ่อมรถใช้ในการดันรถเป็นเท่าใด

ก. 30 วัตต์
ข. 50 วัตต์
ค. 70 วัตต์
ง. 90 วัตต์

10. เด็กชายคนหนึ่งลากกลองด้วยแรง 550 นิวตัน ทำให้กลองเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร ในเวลา 15 วินาที กำลังของเด็กชายคนนี้เป็นเทาใด

ก. 160 วัตต์
ข. 180 วัตต์
ค. 200 วัตต์
ง. 220 วัตต์

กระดาษคำตอบ
เรื่อง งานและกำลัง

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่..... ชั้น .....

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

คะแนนเต็ม	10 คะแนน
คะแนนที่ได้	

ผู้ตรวจ .....
วันที่ .... เดือน .....พ.ศ. .....

ผลการประเมิน

- ☐ ดีมาก
- ☐ ดี
- ☐ ปานกลาง
- ☐ ปรับปรุง

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

9 – 10	คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
7 – 8	คะแนน	หมายถึง	ดี
5 – 6	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
ต่ำกว่า 5	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสิน คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป (7 คะแนนขึ้นไป) ถือว่า ผ่านเกณฑ์

แนวความคิดหลัก งานและกำลัง

งานเป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีขนาดเท่ากับขนาดของแรงคูณกับขนาดของการกระจัดตามแนวแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร หรือ จูล ซึ่งค่าของงานที่เกิดขึ้นเป็นไปตามความสัมพันธ์ ดังนี้

$$W = Fs$$

เมื่อ W แทน งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ (จูล)

F แทน ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

s แทน ขนาดของการกระจัดตามแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

กำลังคือ อัตราการทำงาน มีขนาดเท่ากับงานหารด้วยเวลาที่ทำงาน มีหน่วยเป็นวัตต์ มีความสัมพันธ์ดังนี้

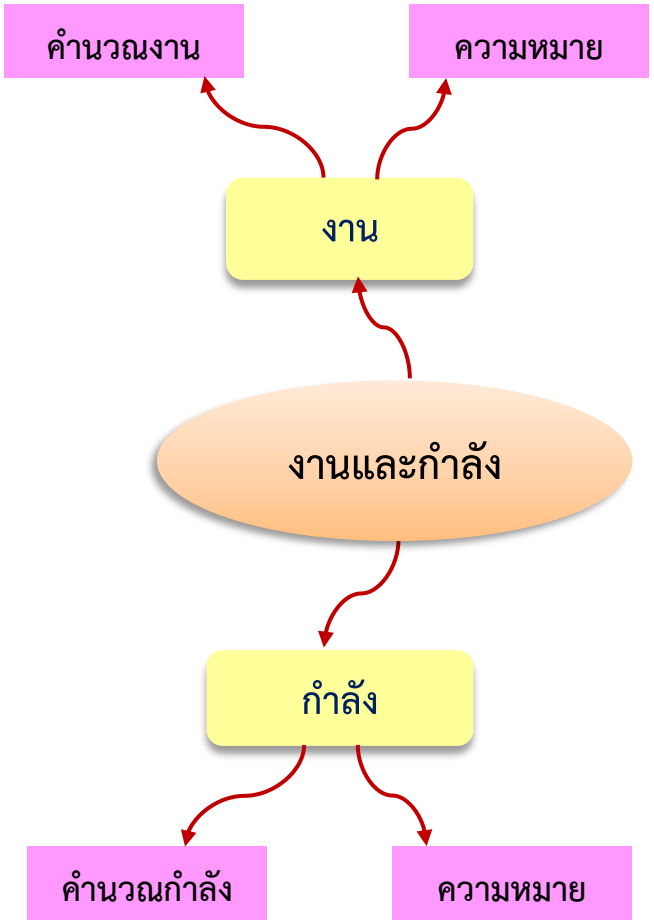
$$P = \frac{W}{t}$$

เมื่อ P แทน กำลัง มีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (W)

W แทน งาน มีหน่วยเป็น จูล (J)

t แทน เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

ผังมโนทัศน์ สาระการเรียนรู้
เรื่อง งานและกำลัง



ส่วนประกอบของชุดกิจกรรม เล่มที่ 1 งานและกำลัง เวลา 4 ชั่วโมง

ส่วนประกอบ มีดังนี้

1. บัตรคำถาม เล่มที่ 1 งานและกำลัง
2. บัตรกิจกรรม เล่มที่ 1 งานและกำลัง
3. บัตรเนื้อหา เล่มที่ 1 งานและกำลัง
4. คำถามชวนคิด เล่มที่ 1 งานและกำลัง
5. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เล่มที่ 1 งานและกำลัง
6. แนวคำตอบบัตรคำถาม เล่มที่ 1 งานและกำลัง
7. แนวคำตอบบัตรกิจกรรม เล่มที่ 1 งานและกำลัง
8. แนวคำตอบคำถามชวนคิด เล่มที่ 1 งานและกำลัง
9. แนวคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เล่มที่ 1 งานและกำลัง

บัตรคำถาม ที่ 1

เรื่อง งาน

กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... **เลขที่**..... 2..... **เลขที่**.....

3..... **เลขที่**..... 4..... **เลขที่**.....

5..... **เลขที่**.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสังเกตภาพและตอบคำถามให้ถูกต้อง

คนผลักกล่อง

คนนั่งอ่านหนังสือ

คนเข็นรถเข็นดิน

คนแบกกล่อง

คนยกน้ำหนัก

สถานการณ์ที่เกิดงาน	สถานการณ์ที่ไม่เกิดงาน
.....	.....
.....	.....
.....	.....

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บัตรเนื้อหาที่ 1

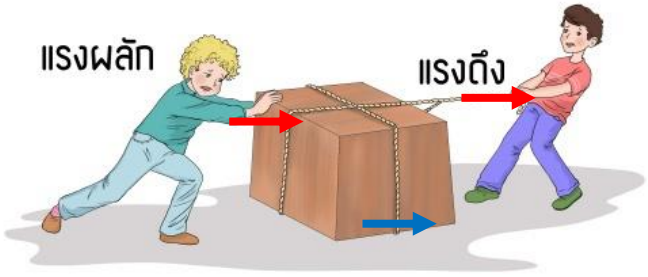
เรื่อง งาน

งานในทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

งาน หมายถึง แรงที่กระทำต่อวัตถุ และทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามแนวแรงที่มากระทำ ปริมาณงานที่ทำได้เกิดจากผลคูณของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับทิศทางของแรง งานเป็นปริมาณสเกลาร์

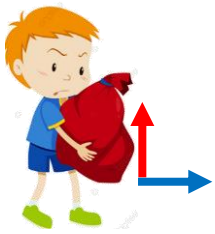
ตัวอย่างการเกิดงาน เช่น เข็นรถเข็นให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า วัตถุคือ รถเข็น แรงคือ แรงเข็น หรือม้าลาก

เกิดงาน



ภาพที่ 1 ออกแรงผลักและดึงวัตถุ
(ที่มา : https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33848)

ไม่เกิดงาน



ภาพที่ 2 เดินถือของในแนวราบ
(ที่มา : https://th.pngtree.com/freepng/the-little-boy-holding-the-phone)

การเดินหิ้วกระเป๋าหนังสือไปบนพื้นราบเกิดงานหรือไม่

แล้วเดินหิ้วกระเป๋าหนังสือขึ้นบันไดไปยังชั้น 2 ของอาคารจะเกิดงานหรือไม่

ฉันรู้ฉันตอบได้

- การเดินหิ้วกระเป๋าหนังสือไปบนพื้นราบไม่เกิดงานเนื่องจากทิศทางของแรงตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่
- เดินหิ้วกระเป๋าหนังสือขึ้นบันไดไปยังชั้น 2 ของอาคารจะเกิดงานเนื่องจากแรงและการเคลื่อนที่ของกระเป๋ามีทิศขึ้นเหมือนกัน

งานจะมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่เกิดงานก็ต่อเมื่อ

- ขนาดของการกระจัดตามแนวแรงมีค่าเป็นศูนย์
- ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์
- ทิศทางของแรงตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่

ดังนั้น งานจะมีค่ามากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดในแนวเดียวกับแรง

การคำนวณเกี่ยวกับงาน

ขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดในแนวเดียวกับแรงเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังนี้

$$W = Fs$$

เมื่อ W แทน งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ (จูล)
F แทน ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
s แทน ขนาดของการกระจัดตามแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

งาน 1 จูล หมายถึง ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจากการใช้แรง 1 นิวตัน กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 1 เมตร

1. ตัวอย่าง นายสมปองออกแรงดันลังไม้ให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นด้วยแรง 60 นิวตัน ได้ขนาดของการกระจัด 2 เมตร งานเนื่องจากแรงที่นายสมปองดันลังไม้เป็นเท่าใด

แนวคิด

แรงที่นายสมปองดันลังไม้กับการกระจัดที่ลังไม้เคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกัน งานเนื่องจากแรงที่นายสมปองดันลังไม้หาได้จากความสัมพันธ์

$$W = Fs$$

$$W = 60\ N \times 2\ m$$

$$W = 120\ N\ m \text{ หรือ } 120\ J$$

เพราะฉะนั้น งานเนื่องจากแรงที่นายสมปองดันลังไม้เท่ากับ 120 จูล

2. ตัวอย่าง พัชชาถือกล่องหนัก 20 นิวตัน ขึ้นบันไดจากชั้น 1 ไปยัง ชั้น 3 ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 12 เมตร งานเนื่องจากแรงที่พัชชาถือกล่องเป็นเท่าใด

แนวคิด

แรงที่พัชชาถือกล่องกับการกระจัดที่กล่องเคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกัน งานเนื่องจากแรงที่พัชชาถือกล่องหาได้จากความสัมพันธ์

$$W = Fs$$

$$W = 20\ N \times 12\ m$$

$$W = 240\ N\ m \text{ หรือ } 240\ J$$

เพราะฉะนั้น งานเนื่องจากแรงที่พัชชาถือกล่องเท่ากับ 240 จูล

3. ตัวอย่าง หนูเล็กหิ้วกระเป๋าหนัก 4 นิวตัน เดินไปบนพื้นราบได้ขนาดของการกระจัด 6 เมตร งานเนื่องจากที่หนูเล็กหิ้วกระเป๋าเป็นเท่าใด

แนวคิด

หนูเล็กออกแรง 4 นิวตัน ในทิศขึ้นเพื่อหิ้วกระเป๋า และเดินไปบนพื้นราบ ทิศของแรงและทิศการเคลื่อนที่ตั้งฉากกัน โดยกระเป๋าเคลื่อนที่ไปในแนวราบไม่ได้เคลื่อนที่ไปเพราะแรงที่คนหิ้วกระเป๋า ดังนั้นงานเนื่องจากแรงที่หิ้วกระเป๋าจึงเป็นศูนย์

บัตรกิจกรรม ที่ 1

เรื่อง การเกิดงาน

กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

จุดประสงค์

วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

.....

.....

.....

วิธีการทำกิจกรรม

1. วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นเขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่คนกระทำต่อวัตถุ และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. ร่วมกันวิเคราะห์ว่าสถานการณ์ใดบ้างที่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์
3. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

สถานการณ์	เขียนทิศทาง		การเกิดงาน	
	แรง	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน
ตัวอย่าง ภาพที่ 3 คนแบกข้าวสาร (ที่มา : https://www.shutterstock.com/th/search/carry+ cement+bag)	↑	←		✓
ภาพที่ 4 คนดันกล่องไม้ให้เคลื่อนที่ (ที่มา : https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33966 cement+bag)				
ภาพที่ 5 คนลากรถ (ที่มา : https://th.pngtree.com/freepng/)				

สถานการณ์	เขียนทิศทาง		การเกิดงาน	
	แรง	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน
ภาพที่ 6 คนนั่งทำงาน (ที่มา : https://www.pinterest.com/pin/727683252283597965/)				
ภาพที่ 7 คนเดินลากกระเป๋า (ที่มา : https://th.lovepik.com/image-401288559/ creative-cartoon-boy-pulling-suitcase.html)				
ภาพที่ 8 คนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นบันได (ที่มา : https://www.clipartkey.com/view/iiwJmiT_animated-man-climbing-stairs-transparent-cartoons-animated-man/)				

สถานการณ์	เขียนทิศทาง		การเกิดงาน	
	แรง	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน
ภาพที่ 9 คนเดินถือกล่อง (ที่มา : (https://www.123rf.com/photo_10823884_illustration-of-a-girl-carrying-a-donation-box-full-of-of-clothes.html)				

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. สถานการณ์ใดบ้างที่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

.....

.....

2. สถานการณ์ใดบ้างที่ไม่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน

คำถามชวนคิด ที่ 1

เรื่อง งาน

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่ากิจกรรมหรือสถานการณ์ต่อไปนี้เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยเติม ✓ กรณีเกิดงาน และเติม ✗ กรณีไม่เกิดงาน

..... 1. ออกแรงดันเก้าอี้ให้ไถลไปตามพื้นห้อง

..... 2. ออกแรงผลักประตูแต่ประตูไม่เคลื่อนที่

..... 3. แบกกระสอบข้าวสารเดินขึ้นบันได

..... 4. ลูกมะพร้าวกำลังหล่นจากต้น

..... 5. คนนั่งอ่านหนังสือ

..... 6. ยกกระเป๋านักเรียนไว้บนบ่าสูงจากพื้น 1.6 เมตร

..... 7. กรรมกรแบกกระสอบทรายเดินไปตามถนนได้ระยะทาง 500 เมตร

..... 8. รัตภูมิยกกล่องผลไม้ขึ้นวางบนท้ายรถบรรทุก

..... 9. นักเรียนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นสะพานลอย

..... 10. นักกีฬาเตะลูกฟุตบอลเข้าประตู

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

คำถามชวนคิด ที่ 2

เรื่อง คำนวณงาน

ชื่อ ..... **ชั้น** ..... **เลขที่** .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. นักเรียนออกแรง 25 นิวตัน หิ้วกระเป๋าหนังสือเดินขึ้นบันไดเพื่อไปเรียนที่ชั้นสอง ซึ่งอยู่สูง 6 เมตร งานที่ได้จากการหิ้วกระเป๋าหนังสือเดินขึ้นบันไดมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนออกแรงลากโต๊ะ 60 นิวตัน โต๊ะเคลื่อนที่ไปได้ไกล 12 เมตร งานที่ได้จากการลากโต๊ะมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

3. เด็กชายออกแรงดันก้อนหิน 80 นิวตัน ดันก้อนหินเป็นเวลา 60 วินาที แต่ก้อนหินไม่เคลื่อนที่ เด็กชายคนนี้ทำงานได้เท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 4 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บัตรคำถาม ที่ 2

เรื่อง กำลัง

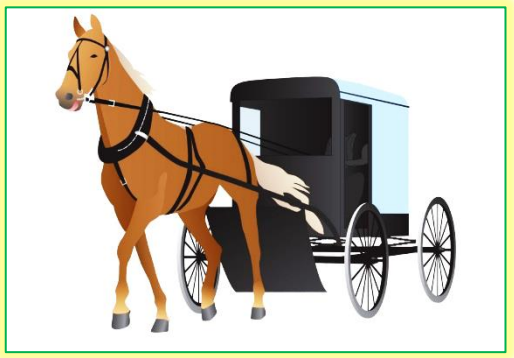
กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสังเกตภาพและตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพที่ 10 รถม้า

(ที่มา : https://www.thaipng.com/png-2gzno3/)

ภาพที่ 11 รถบรรทุก

(ที่มา : https://www.pngegg.com/th/png-vdvwn)

1. จากภาพนักเรียนคิดว่าภาพใดน่าจะใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า เพราะเหตุใด

.....

.....

2. หากนักเรียนต้องการเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีมวลมากกว่า 1,500 กิโลกรัม นักเรียนจะเลือกวิธีการแบบภาพใด เพราะเหตุใด

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บัตรเนื้อหา ที่ 2

เรื่อง กำลัง

กำลัง หมายถึง งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา กำลังใช้บอกความสามารถในการทำงานของเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า คน และสัตว์

กำลังในการทำงานนอกจากจะพิจารณาจากการทำงานเนื่องจากแรงแล้ว ยังพิจารณากำลังจากพลังงานอื่น ๆ ได้ด้วย เช่น พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสาร พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยที่ฉลากของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีข้อมูลระบุกำลังของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ซึ่งหมายถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 วินาที เช่น หลอดไฟฟ้ามีกำลัง 6 วัตต์ หมายความว่าใน 1 วินาที หลอดไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้า 6 จูล เตารีดมีกำลัง 1,000 วัตต์ หมายความว่าใน 1 วินาที เตารีดใช้พลังงานไฟฟ้า 1,000 จูล โดยในเวลาที่เท่า ๆ กัน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีค่ากำลังไฟฟ้ามาก ๆ ก็จะสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ค่ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่า

การคำนวณเกี่ยวกับกำลัง

ปริมาณงานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังนี้

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

หรือ $$P = \frac{Fs}{t}$$

เมื่อ P แทน กำลัง มีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (W)

W แทน งาน มีหน่วยเป็น จูล (J)

t แทน เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

1. ตัวอย่าง

นายสมนึกออกแรงลากกล่องในแนวระดับด้วยแรง 50 นิวตัน ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปได้ขนาดของการกระจัด 8 เมตร ถ้านายสมนึกใช้เวลาลากกล่อง 20 วินาที นายสมนึกมีกำลังเท่าใด

แนวคิด

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

ตามแนวแรง $W = Fs$ จะได้ $P = \frac{Fs}{t}$

$$P = \frac{50\ N \times 8\ m}{20\ s}$$

$$P = 20\ J/s \text{ หรือ } 20\ W$$

เพราะฉะนั้น กำลังที่นายสมนึกลากกล่องเท่ากับ 20 วัตต์

2. ตัวอย่าง

เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งทำให้เครื่องจักรทำงานได้ 3,000 จูล ในเวลา 60 วินาที เครื่องยนต์เครื่องนี้มีกำลังเท่าใด

แนวคิด

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

จะได้ $P = \frac{3{,}000\ J}{60\ s}$

$$P = 500\ J/s \text{ หรือ } 500\ W$$

เพราะฉะนั้น เครื่องยนต์นี้มีกำลังเท่ากับ 500 วัตต์

3. ตัวอย่าง รถทดลองคันหนึ่งมีกำลัง 350 วัตต์ ถ้ารถทดลองคันนี้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 5 เมตร ใช้เวลา 50 วินาที แรงขับเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถทดลองเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

แนวคิด

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

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

$$\text{จะได้ } 350\ w = \frac{F \times 5\ m}{50\ s}$$

$$\frac{350\ w \times 50s}{5\ m} = F$$

$$F = 3{,}500\ N$$

เพราะฉะนั้น แรงขับเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถทดลองเคลื่อนที่เท่ากับ 3,500 นิวตัน

4. ตัวอย่าง เครื่องยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 600 วัตต์ ถ้ายกสิ่งของชิ้นหนึ่งหนัก 1,200 นิวตัน ได้สูง 8 เมตร จะใช้เวลาในการยกสิ่งของชิ้นนี้เท่าใด

แนวคิด

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

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

$$\text{จะได้ } 600\ W = \frac{1{,}200 \times 8\ m}{t}$$

$$t = \frac{1{,}200 \times 8\ m}{600\ W}$$

$$t = 16\ s$$

เพราะฉะนั้น จะใช้เวลาในการยกสิ่งของชิ้นนี้ 16 วินาที

บัตรกิจกรรม ที่ 2

เรื่อง กำลังในการลากวัตถุ

กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

จุดประสงค์

ทดลองหาปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังและคำนวณหากำลัง

คำถามก่อนทำกิจกรรม

.....

.....

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถุงทราย ขนาด 500 กรัม จำนวน 5 ถุง
2. ไม้เมตร
3. เครื่องชั่งสปริง
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทำกิจกรรม

1. ใชเครื่องชั่งสปริงลากถุงทรายไปเป็นระยะ 1 เมตร โดยใหแรงดึงมีขนาดคงที่ บันทึกผล
2. ทำการทดลองเชนเดียวกับขอ 1 แต่เปลี่ยนจำนวนถุงทรายเป็น 2 ถุง 3 ถุง 4 ถุง และ 5 ถุง ตามลำดับ
3. คำนวณหางานและกำลังที่เกิดขึ้น บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

จำนวนถุงทราย	แรงที่ลากถุงทราย (F)	ระยะที่ลากถุงทราย (m)	งาน (N m)	เวลาที่ใช้ (s)	กำลัง (W)
1	.....	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....	.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ปัจจัยใดบ้างที่สงผลต่อขนาดของกำลัง

.....

.....

2. เวลาที่ใช้ในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อกำลังอย่างไร

.....

.....

3. ปัจจัยที่สงผลตอกำลังสามารถนำมาเขียนความสัมพันธได้อย่างไร

.....

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

คำถามชวนคิด ที่ 3

เรื่อง คำนวณกำลัง

ชื่อ ..... **ชั้น** ..... **เลขที่** .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สมปองดันรถที่จอดขวางให้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 4 เมตร ใช้เวลา 40 วินาที ถ้าออกแรง 250 นิวตัน สมปองมีกำลังเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปั้นจั่นเครื่องหนึ่งยกของหนัก 2,500 นิวตัน ขึ้นได้สูง 10 เมตร ในเวลา 50 วินาที ปั้นจั่นเครื่องนี้มีกำลังเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เครื่องยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 600 วัตต์ ถ้ายกสิ่งของชิ้นหนึ่งหนัก 800 นิวตัน ได้สูง 5 เมตร จะใช้เวลาในการยกสิ่งของชิ้นนี้เท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. เครื่องจักรสำหรับยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 90 วัตต์ ถ้าเครื่องจักรเครื่องนี้ยกวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งได้ระยะทาง 6 เมตร ใช้เวลา 5 วินาที แรงเนื่องจากเครื่องจักรที่ยกวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งเป็นเท่าใด

....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง งานและกำลัง

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (✕) ลงในกระดาษคำตอบ (เวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. งานในทางวิทยาศาสตร์มีความหมายสอดคล้องกับข้อใด
   - ก. เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ
   - ข. เกิดจากที่แรงไปกระทำกับวัตถุ
   - ค. เป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นจูล
   - ง. เกิดจากแรงไปกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

2. สถานการณ์ในข้อใดทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์
   - ก. นั่งดูโทรทัศน์
   - ข. นอนอ่านหนังสือ
   - ค. แบกกล่องเดินบนพื้นราบ
   - ง. ผลักตู้ให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นห้อง

3. สถานการณ์ในข้อใดไม่ทำให้เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์
   - ก. น้ำอิงยกกระป๋องที่บรรจุน้ำขึ้นจากสระน้ำ
   - ข. เอ๋แบกกระสอบทรายแล้วเดินไปตามถนน
   - ค. โจ้เข็นรถเข็นที่มีกระสอบข้าวสารไปตามถนน
   - ง. นายดำยกกระสอบข้าวเปลือกจากพื้นขึ้นรถบรรทุก

4. ลุงแดงออกแรงดันรถเข็นด้วยแรง 60 นิวตัน ทำให้รถเข็นเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เมตร งานที่ลุงแดงทำเป็นเท่าใด
   - ก. 300 นิวตัน เมตร
   - ข. 400 นิวตัน เมตร
   - ค. 500 นิวตัน เมตร
   - ง. 600 นิวตัน เมตร

5. ทิศทางของแรงและแนวการเคลื่อนของวัตถุในข้อใดทำให้งานมีค่าเป็นศูนย์

ก. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ทำมุมกัน

ข. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ตั้งฉากกัน

ค. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน

ง. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่มีทิศเดียวกัน

6. น้ำฝนจัดห้องโดยการออกแรงดันตู้เก็บของจากมุมห้องด้านหนึ่งไปยังมุมห้องด้านตรงข้ามได้ระยะทาง 5 เมตร สถานการณ์นี้มีงานเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. เกิดงาน เพราะแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศตรงข้ามกัน

ข. ไม่เกิดงาน เพราะแรงมีทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ค. เกิดงาน เพราะแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกัน

ง. ไม่เกิดงาน เพราะแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกัน

7. นักเรียนออกแรงดันก้อนหินด้วยแรง 80 นิวตัน ดันก้อนหินเป็นเวลา 50 วินาที แต่ก้อนหินไม่เคลื่อนที่ นักเรียนทำงานได้เท่าใด

ก. 0 นิวตัน เมตร

ข. 5 นิวตัน เมตร

ค. 10 นิวตัน เมตร

ง. 15 นิวตัน เมตร

8. เด็กชายคนหนึ่งลากกลองด้วยแรง 550 นิวตัน ทำให้กลองเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร ในเวลา 15 วินาที กำลังของเด็กชายคนนี้เป็นเท่าใด

ก. 160 วัตต์

ข. 180 วัตต์

ค. 200 วัตต์

ง. 220 วัตต์

9. บอลหนัก 450 นิวตัน บาสหนัก 500 นิวตัน เดินขึ้นบันไดจากชั้นหนึ่งไปชั้นสองมีระยะทาง 4 เมตร บอลใช้เวลา 40 วินาที บาสใช้เวลา 50 วินาที ใครใช้กำลังมากกว่ากัน และมากกว่ากันเท่าใด

ก. บอลใช้กำลังมากกว่าบาส 5 วัตต์
ข. บอลใช้กำลังมากกว่าบาส 8 วัตต์
ค. บาสใช้กำลังมากกว่าบอล 5 วัตต์
ง. บาสใช้กำลังมากกว่าบอล 10 วัตต์

10. ช่างซ่อมรถออกแรงดันรถด้วยแรง 250 นิวตัน ทำให้รถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 3 เมตร ภายในเวลา 15 วินาที กำลังที่ช่างซ่อมรถใช้ในการดันรถเป็นเท่าใด

ก. 30 วัตต์
ข. 50 วัตต์
ค. 70 วัตต์
ง. 90 วัตต์

กระดาษคำตอบ
เรื่อง งานและกำลัง

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่..... ชั้น .....

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

คะแนนเต็ม	10 คะแนน
คะแนนที่ได้	

ผู้ตรวจ .....
วันที่ .... เดือน .....พ.ศ. .....

ผลการประเมิน

- ☐ ดีมาก
- ☐ ดี
- ☐ ปานกลาง
- ☐ ปรับปรุง

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

9 – 10	คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
7 – 8	คะแนน	หมายถึง	ดี
5 – 6	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
ต่ำกว่า 5	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสิน คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป (7 คะแนนขึ้นไป) ถือว่า ผ่านเกณฑ์

ภาคผนวก

แนวคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
เรื่อง งานและกำลัง

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

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

แนวคำตอบ

บัตรคำถามที่ 1
เรื่อง งาน

กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสังเกตภาพและตอบคำถามให้ถูกต้อง

คนผลักกล่อง

คนนั่งอ่านหนังสือ

คนเข็นรถเข็นดิน

คนแบกกล่อง

คนยกน้ำหนัก

สถานการณ์ที่เกิดงาน	สถานการณ์ที่ไม่เกิดงาน
แนวคำตอบ คนผลักกล่อง คนเข็นรถเข็นดิน คนยกน้ำหนัก	แนวคำตอบ คนนั่งอ่านหนังสือ คนแบกกล่อง

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แนวคำตอบ

บัตรกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การเกิดงาน

กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

จุดประสงค์ วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

.....

.....

วิธีการทำกิจกรรม

1. วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นเขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่คนกระทำต่อวัตถุ และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. ร่วมกันวิเคราะห์ว่าสถานการณ์ใดบ้างที่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์
3. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

สถานการณ์	เขียนทิศทาง		การเกิดงาน	
	แรง	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน
ตัวอย่าง **ภาพที่ 3 คนแบกข้าวสาร** (ที่มา : (https://www.shutterstock.com/th/search/carry+cement+bag)	↑	←		✓
ภาพที่ 4 คนดันกล่องไม้ให้เคลื่อนที่ (ที่มา : https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33966) cement+bag)	แนวคำตอบ →	→	✓	
ภาพที่ 5 คนลากรถ (ที่มา : https://th.pngtree.com/freepng/)	แนวคำตอบ →	→	✓	

สถานการณ์	เขียนทิศทาง		การเกิดงาน	
	แรง	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน
 ภาพที่ 6 คนนั่งทำงาน (ที่มา : https://www.pinterest.com/pin/727683252283597965/)	แนวคำตอบ -	-		✓
 ภาพที่ 7 คนเดินลากกระเป๋า (ที่มา : https://th.lovepik.com/image-401288559/ creative-cartoon-boy-pulling-suitcase.html)	แนวคำตอบ 		✓	
 ภาพที่ 8 คนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นบันได (ที่มา : https://www.clipartkey.com/view/iiwJmiT_animated-man-climbing-stairs-transparent-cartoons-animated-man/)	แนวคำตอบ 		✓	

สถานการณ์	เขียนทิศทาง		การเกิดงาน	
	แรง	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน
ภาพที่ 9 คนเดินถือกล่อง (ที่มา : (https://www.123rf.com/photo_10823884_illustration-of-a-girl-carrying-a-donation-box-full-of-of-clothes.html)	แนวคำตอบ			✓

สรุปผลการทำกิจกรรม

แนวคำตอบ จากสถานการณ์เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับทิศทางของแรงจะทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์ โดยงานเป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยมีการกระจัดตามแนวแรงนั้น แต่บางสถานการณ์ที่ออกแรงแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ก็ไม่ทำให้เกิดงาน หรือการที่ทิศทางของแรงตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ก็ไม่ทำให้เกิดงานของแรงนั้นเช่นกัน

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. สถานการณ์ใดบ้างที่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด
   แนวคำตอบ คนดันกล่องไม้ให้เคลื่อนที่ คนลากรถ คนเดินลากกระเป๋า คนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นบันได เพราะ แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกัน
2. สถานการณ์ใดบ้างที่ไม่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด
   แนวคำตอบ คนนั่งทำงาน และคนเดินถือกล่อง เพราะ คนนั่งทำงานออกแรงแล้วแต่วัตถุไม่เคลื่อนที่ ส่วนคนเดินถือกล่อง ทิศทางของแรงตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน

แนวคำตอบ

คำถามชวนคิดที่ 1
เรื่อง งาน

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่ากิจกรรมหรือสถานการณ์ต่อไปนี้เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยเติม ✓ กรณีเกิดงาน และเติม ✗ กรณีไม่เกิดงาน

..... ✓ ..... 1. ออกแรงดันเก้าอี้ให้ไถลไปตามพื้นห้อง

..... ✗ ..... 2. ออกแรงผลักประตูแต่ประตูไม่เคลื่อนที่

..... ✓ ..... 3. แบกกระสอบข้าวสารเดินขึ้นบันได

..... ✓ ..... 4. ลูกมะพร้าวกำลังหล่นจากต้น

..... ✗ ..... 5. คนนั่งอ่านหนังสือ

..... ✓ ..... 6. ยกกระเป๋านักเรียนไว้บนบ่าสูงจากพื้น 1.6 เมตร

..... ✗ ..... 7. กรรมกรแบกกระสอบทรายเดินไปตามถนนได้ระยะทาง 500 เมตร

..... ✓ ..... 8. รัตภูมิยกกล่องผลไม้ขึ้นวางบนท้ายรถบรรทุก

..... ✓ ..... 9. นักเรียนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นสะพานลอย

..... ✓ ..... 10. นักกีฬาเตะลูกฟุตบอลเข้าประตู

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แนวคำตอบ

คำถามชวนคิดที่ 2
เรื่อง คำนวณงาน

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. นักเรียนออกแรง 25 นิวตัน หิ้วกระเป๋าหนังสือเดินขึ้นบันไดเพื่อไปเรียนที่ชั้นสอง ซึ่งอยู่สูง 6 เมตร งานที่ได้จากการหิ้วกระเป๋าหนังสือเดินขึ้นบันไดมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ $W = Fs$

$W = 25\ N \times 6\ m$

$W = 150\ N\ m$ หรือ $150\ J$

เพราะฉะนั้น งานเนื่องจากแรงที่นักเรียนหิ้วกระเป๋าหนังสือเดินขึ้นบันไดเท่ากับ 150 จูล

2. นักเรียนออกแรงลากโต๊ะ 60 นิวตัน โต๊ะเคลื่อนที่ไปได้ไกล 12 เมตร งานที่ได้จากการลากโต๊ะมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ $W = Fs$

$W = 60\ N \times 12\ m$

$W = 720\ N\ m$ หรือ $720\ J$

เพราะฉะนั้น งานเนื่องจากแรงที่ลากโต๊ะเท่ากับ 720 จูล

3. เด็กชายออกแรงดันก้อนหิน 80 นิวตัน ดันก้อนหินเป็นเวลา 60 วินาที แต่ก้อนหินไม่เคลื่อนที่ เด็กชายคนนี้ทำงานได้เท่าใด

แนวคำตอบ งานที่ได้มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจาก ออกแรงกระทำต่อวัตถุแต่วัตถุไม่เคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 4 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แนวคำตอบ

บัตรคำถามที่ 2
เรื่อง กำลัง

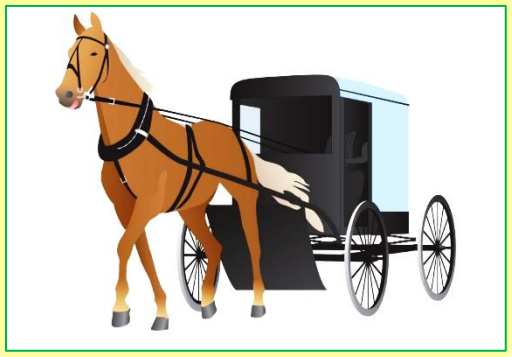
กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสังเกตภาพและตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพที่ 10 รถม้า

(ที่มา : https://www.thaipng.com/png-2gzno3/)

ภาพที่ 11 รถบรรทุก

(ที่มา : https://www.pngegg.com/th/png-vdvwn)

1. จากภาพนักเรียนคิดว่าภาพใดน่าจะใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ภาพรถบรรทุก เพราะมีกำลังในการทำงานได้มากกว่า จึงใช้เวลาน้อยกว่า

2. หากนักเรียนต้องการเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีมวลมากกว่า 1,500 กิโลกรัม นักเรียนจะเลือกวิธีการแบบภาพใด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ภาพรถบรรทุก เพราะมีกำลังในการทำงานและมีพื้นที่ในการบรรจุสิ่งของได้มากกว่า

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แนวคำตอบ

บัตรกิจกรรมที่ 2
เรื่อง กำลังในการลากวัตถุ

กลุ่มที่ .....

สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่.....

3..... เลขที่..... 4..... เลขที่.....

5..... เลขที่.....

จุดประสงค์

ทดลองหาปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังและคำนวณหากำลัง

คำถามก่อนทำกิจกรรม

.....

.....

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถุงทราย ขนาด 500 กรัม จำนวน 5 ถุง
2. ไม้เมตร
3. เครื่องชั่งสปริง
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทำกิจกรรม

1. ใชเครื่องชั่งสปริงลากถุงทรายไปเป็นระยะ 1 เมตร โดยใหแรงดึงมีขนาดคงที่ บันทึกผล
2. ทำการทดลองเชนเดียวกับขอ 1 แต่เปลี่ยนจำนวนถุงทรายเป็น 2 ถุง 3 ถุง 4 ถุง และ 5 ถุง ตามลำดับ
3. คำนวณหางานและกำลังที่เกิดขึ้น บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

จำนวนถุงทราย	แรงที่ลากถุงทราย (F)	ระยะที่ลากถุงทราย (m)	งาน (N m)	เวลาที่ใช้ (s)	กำลัง (W)
1	ตามผลการทดลอง	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....	.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แนวคำตอบ จากการทดลองเมื่อออกแรงลากถุงทรายจำนวน 5 ถุง จะออกแรงในการลากถุงทรายมากกว่า 1 2 3 และ 4 ถุง ตามลำดับ ทำให้งานจากการลากถุงทราย 5 ถุงมากที่สุด และเวลาที่ใช้ในการลากถุงทราย 5 ถุง ก็จะใช้เวลามากกว่าลากถุงทราย 1 2 3 และ 4 ถุง ตามลำดับ และจะทำให้กำลังในการลากถุงทราย 5 ถุงมีค่ามากที่สุด ดังนั้นปริมาณงานและเวลามีผลต่อขนาดของกำลัง

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ปัจจัยใดบ้างที่สงผลต่อขนาดของกำลัง

   แนวคำตอบ ปริมาณงานที่ทำและเวลา

2. เวลาที่ใช้ในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อกำลังอย่างไร

   แนวคำตอบ หากเวลาน้อยก็จะทำให้มีกำลังมาก

3. ปัจจัยที่สงผลตอกำลังสามารถนำมาเขียนความสัมพันธได้อย่างไร

   แนวคำตอบ $P = \frac{W}{t}$

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แนวคำตอบ

คำถามชวนคิดที่ 3
เรื่อง คำนวณกำลัง

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สมปองดันรถที่จอดขวางให้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 4 เมตร ใช้เวลา 40 วินาที ถ้าออกแรง 250 นิวตัน สมปองมีกำลังเท่าใด

แนวคำตอบ

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

ตามแนวแรง $W = Fs$ จะได้ $P = \frac{Fs}{t}$

$$P = \frac{250\ N \times 4\ m}{40\ s}$$

$$P = 25\ J/s \text{ หรือ } 25\ W$$

เพราะฉะนั้น กำลังที่สมปองดันรถที่จอดขวางให้เคลื่อนที่เท่ากับ 25 วัตต์

2. ปั้นจั่นเครื่องหนึ่งยกของหนัก 2,500 นิวตัน ขึ้นได้สูง 10 เมตร ในเวลา 50 วินาที ปั้นจั่นเครื่องนี้มีกำลังเท่าใด

แนวคำตอบ

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

ตามแนวแรง $W = Fs$ จะได้ $P = \frac{Fs}{t}$

$$P = \frac{2{,}500\ N \times 10\ m}{50\ s}$$

$$P = 500\ J/s \text{ หรือ } 500\ W$$

เพราะฉะนั้น กำลังที่ปั้นจั่นเครื่องนี้ยกของหนัก เท่ากับ 500 วัตต์

3. เครื่องยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 600 วัตต์ ถ้ายกสิ่งของชิ้นหนึ่งหนัก 800 นิวตัน ได้สูง 5 เมตร จะใช้เวลาในการยกสิ่งของชิ้นนี้เท่าใด

แนวคำตอบ

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

ตามแนวแรง $W = Fs$ จะได้ $P = \frac{Fs}{t}$

$$600\ w = \frac{800\ N \times 5\ m}{t}$$

$$t = \frac{800\ N \times 5\ m}{600\ w}$$

$$P = 6.66\ s$$

เพราะฉะนั้น จะใช้เวลาในการยกสิ่งของชิ้นเท่ากับ 6.66 วินาที

4. เครื่องจักรสำหรับยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 90 วัตต์ ถ้าเครื่องจักรเครื่องนี้ยกวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งได้ระยะทาง 6 เมตร ใช้เวลา 5 วินาที แรงเนื่องจากเครื่องจักรที่ยกวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ

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

ตามแนวแรง $W = Fs$ จะได้ $P = \frac{Fs}{t}$

$$90\ W = \frac{F \times 6\ m}{5}$$

$$\frac{90\ W \times 5\ s}{6\ m} = F$$

$$F = 75\ N$$

เพราะฉะนั้น แรงเนื่องจากเครื่องจักรที่ยกวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งเท่ากับ 75 นิวตัน

เกณฑ์การให้คะแนน ได้คะแนนตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บรรณานุกรม

กนก หวลกำเนิด (มปป.). แบบวัดรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

เกสิณี สุดทองคง. (มปป.). แบบวัดและบันทึกผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ พเยาว์ ยินดีสุข ธาริณี วิทยาอนิวรรตน์ นัยนา ตรงประเสริฐ อมรรัตน์ บุบผโชติ น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร และพรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2563). หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ และ เจียมจิต กุลมาลา. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทไซเบอร์พริ้นท์กรุ๊ป.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรมภาพ

ภาพคนดันกล่องไม้ให้เคลื่อนที่ (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.trueplookpanya. com/learning/detail/33966

ภาพคนเดินถือกล่อง(2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.photo_10823884_illustration-of-a-girl-carrying-a-donation-box-full-of-of-clothes.html

ภาพคนเดินลากกระเป๋า (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563,จาก https://th.lovepik.com/image-401288559/ creative-cartoon-boy-pulling-suitcase.html

ภาพคนนั่งทำงาน (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.pinterest.com/pin/727683252283597965/

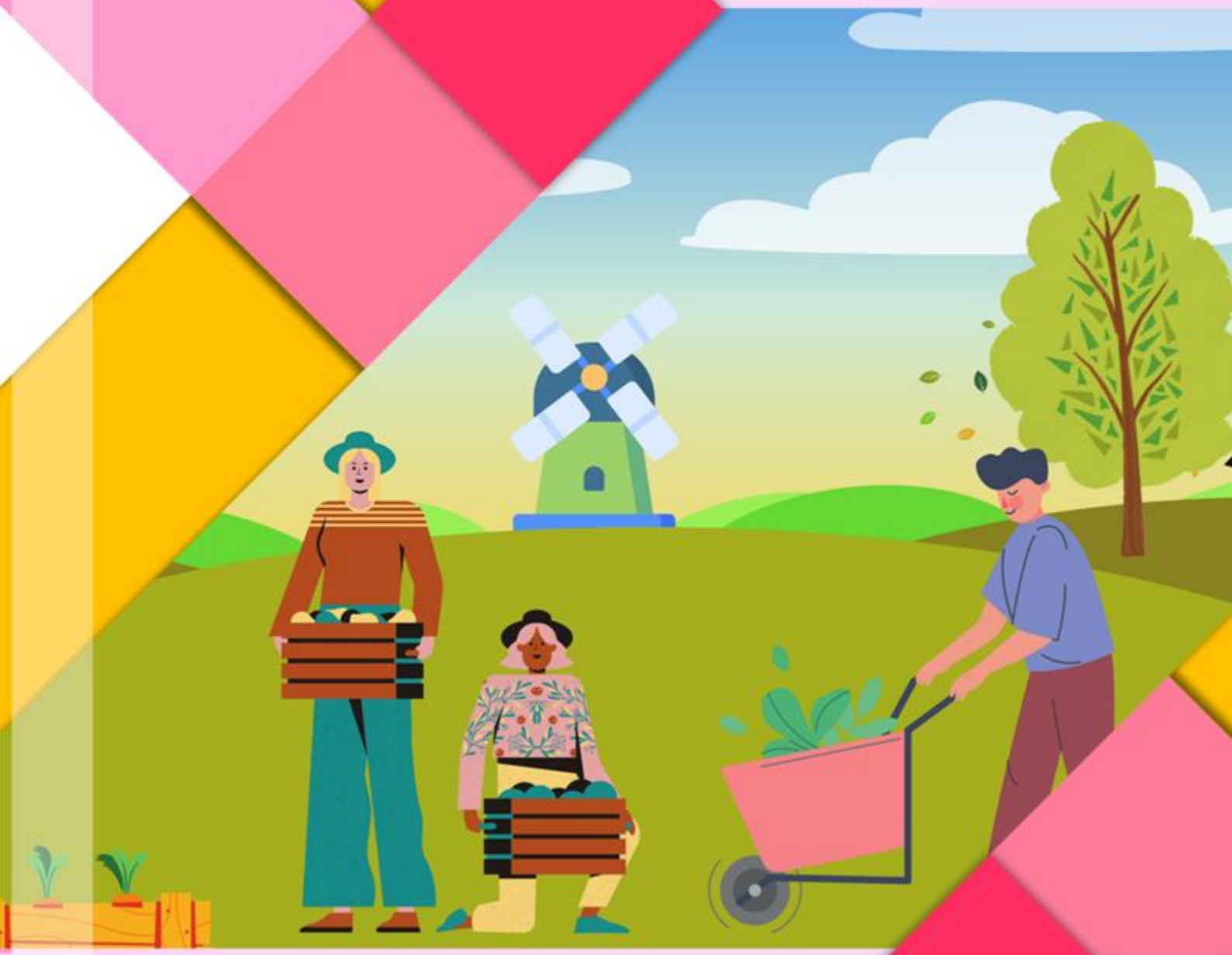
ภาพคนแบกข้าวสาร (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.shutterstock. com/th/search/carry+ cement+bag

ภาพคนลากรถ (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://th.pngtree.com/freepng/car-pullers-on-the- streets-of-japan_6924937.html

ภาพคนหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นบันได (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.clipartkey.com/view/iiwJmiT_animated-man-climbing-stairs-transparent-cartoons-animated-man/

ภาพเดินถือของในแนวราบ (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://th.pngtree.com/freepng/the-little-boy-holding-the-phone_2906984.html.

ภาพรถบรรทุก (2563). สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2563, จากhttps://www.pngegg.com/th/png-vdvwn

ภาพรถม้า (2563). สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2563, จาก https://www.thaipng.com/png-2gzno3/

ภาพออกแรงผลักและดึงวัตถุ (2563). สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33848