ใบงาน

เรื่อง การประยุกต์ใช้ในการขนส่ง

ใบกิจกรรมที่ 1 เคลื่อนย้ายส้มได้ง่าย สบายใจในการขนส่ง

จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงเสียดทาน งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่ายที่นำไปใช้ในการสร้างเครื่องทุ่นแรงสำหรับยกลังส้ม
2. ออกแบบและสร้างเครื่องทุ่นแรงสำหรับยกลังส้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขในสถานการณ์ที่กำหนด
3. วางแผนการเดินทางให้เป็นไปตามเงื่อนไขในสถานการณ์ที่กำหนด
4. คำนวณระยะทางและเวลาของการเดินทางได้ตามเงื่อนไขในสถานการณ์ที่กำหนด

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษลังหรือแผ่นพลาสติกลูกฟูก	2	แผ่น
2. รอกพลาสติก	3	อัน
3. ขวดพลาสติกขนาด 600 ml	1	ขวด
4. ขวดพลาสติกขนาด 1,500 ml	1	ขวด
5. แท่งไม้หรือแท่งเหล็กกลมหรือขาตั้ง	3	อัน
6. ไม้เมตร	1	อัน
7. ลวดเหล็ก	1	ม้วน
8. เชือกไปรษณีย์	1	ม้วน
9. ดินน้ำมันมวล 150 g	4	ก้อน
10. เครื่องชั่งสปริง	1	อัน
11. ไม้บรรทัด	1	อัน
12. กรรไกร	1	อัน
13. คัตเตอร์	1	อัน
14. ปืนกาวพร้อมกาวแท่ง	1	ชุด
15. กาวน้ำ	1	ขวด
16. เทปกาว	1	ม้วน
17. ถุงพลาสติกใส่อาหาร	2	ถุง

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้

อาทิจจะขนส่งส้มจากสวนให้กับลูกค้าด้วยรถบรรทุก ในการขนย้ายลังที่บรรจุส้มหนักมากและมีจำนวนมากขึ้นท้ายรถบรรทุกนั้น อาทิจและคนงานในสวนจะต้องช่วยกันยกลังส้มขึ้นรถโดยไม่มีอุปกรณ์ใด ๆ ช่วยยก ทำให้การยกลังส้มแต่ละครั้งต้องออกแรงมาก และบางครั้งต้องจ้างคนงานมาช่วยยกลังส้มเพิ่มทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง อาทิจจึงต้องการออกแบบและสร้างเครื่องทุ่นแรงสำหรับยกลังส้มขึ้นรถบรรทุก เพื่อผ่อนแรงในการยกลังส้ม และลดค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายคนงานในส่วนนี้ลงด้วย

การขนส่งส้มให้กับลูกค้านั้น อาทิจจะต้องเดินทางไปส่งยังสถานที่ต่าง ๆ ดังภาพ ซึ่งประกอบด้วย ร้านขายขนม โรงพยาบาล ธนาคาร ตลาด และโรงเรียน โดยปกติแล้ว อาทิจจะยกลังส้มขึ้นท้ายรถบรรทุกเสร็จในเวลา 9.00 น. และต้องขนส่งส้มให้ลูกค้าทั้งหมดภายในเวลา 12.00 น. แต่ในการขนส่งอาทิจไม่มีการวางแผนการเดินทางทำให้ขับรถวนไปวนมา สิ้นเปลืองน้ำมัน และใช้เวลานาน จนบางครั้งจัดส่งสินค้าไม่ทันตามเวลาที่กำหนด อาทิจจึงต้องการเส้นทางในการขนส่งลังส้มที่ใช้เวลาการขนส่งน้อยที่สุด

กำหนดให้ 1 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 2,000 เมตร

และจุด • แทนตำแหน่งของอาทิจและตำแหน่งของสถานที่ต่าง ๆ

สิ่งที่อาทิจต้องการ มีดังนี้

- ออกแบบและสร้างแบบจำลองเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้มขึ้นรถบรรทุก ให้สามารถยกดินน้ำมันซึ่งแทนลังส้ม น้ำหนัก 5 นิวตัน ท้ายรถบรรทุกสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร ด้วยแรงน้อยที่สุด โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้
- วางแผนการขับรถบรรทุกเพื่อส่งส้มให้กับลูกค้าครบทุกสถานที่ โดยใช้เวลาในการขนส่งน้อยที่สุด ถ้าตลอดเส้นทางที่อาทิจขับรถบรรทุกไปส่งส้มให้กับลูกค้า อาทิจขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และใช้เวลาในการจอดรถเพื่อส่งส้มแต่ละจุดประมาณ 15 นาที

2. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์สถานการณ์และสรุปปัญหาหรือความต้องการ จากนั้นบันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ข้อ 1
3. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว แรงเสียดทาน งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่ายที่สอดคล้องกับปัญหาและเงื่อนไขที่ระบุในสถานการณ์ และสรุปองค์ความรู้เป็นผังความคิดหรือข้อความบันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ข้อ 2
4. ร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกวิธีการสร้างเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้มให้สามารถยกสิ่งของได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้
5. ออกแบบเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้ม โดยระบุรายละเอียด เช่น ขนาด วัสดุที่ใช้พร้อมให้เหตุผลประกอบ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ข้อ 3 จากนั้นลงมือสร้างเครื่องทุ่นแรงตามที่ออกแบบไว้
6. ทดสอบการทำงานของเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้ม และบันทึกผลการทดสอบ พร้อมทั้งระบุปัญหาที่พบลงในใบงานที่ 1 ข้อ 4
7. นำผลการทดสอบมาหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น บันทึกแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานลงในใบงานที่ 1 ข้อ 5
8. ลงมือปรับปรุงชิ้นงาน แล้วนำชิ้นงานไปทดสอบอีกครั้ง บันทึกผล พร้อมทั้งระบุปัญหาที่พบลงในใบงานที่ 1 ข้อ 6
9. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเส้นทางในการขนส่งส้มตามสถานที่ต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้
10. วางแผนการขับรถบรรทุกไปส่งส้มเพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมและสอดคล้องตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยระบุลำดับสถานที่ที่จะจัดส่ง บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ข้อ 7
11. วัดระยะทางการขับรถบรรทุกจากสวนไปสถานที่ที่ระบุไว้เป็นลำดับที่ 1 ตามแผนที่ คำนวณระยะทางจริงจากมาตราส่วนแผนที่ และคำนวณเวลาที่ใช้ในการขับรถ พร้อมทั้งบันทึกเวลาออกเดินทางจากสวนและเวลาที่ขับรถถึงสถานที่ที่ระบุไว้เป็นลำดับที่ 1 บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ข้อ 8
12. ทำซ้ำข้อ 11 โดยเปลี่ยนเป็นการขับรถดังนี้
    - จากสถานที่ลำดับที่ 1 ไปยังสถานที่ลำดับที่ 2
    - จากสถานที่ลำดับที่ 2 ไปยังสถานที่ลำดับที่ 3
    - จากสถานที่ลำดับที่ 3 ไปยังสถานที่ลำดับที่ 4
    - จากสถานที่ลำดับที่ 4 ไปยังสถานที่ลำดับที่ 5
13. คำนวณระยะทางทั้งหมดที่รถบรรทุกเคลื่อนที่จากสวน จนถึงสถานที่ลำดับที่ 5 ร่วมกันอภิปรายถึงเส้นทางการขับรถบรรทุก และบันทึกปัญหาที่พบลงในใบงานที่ 1 ข้อ 9
14. ร่วมกันหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเส้นทางการขับรถบรรทุกให้ดีขึ้น บันทึกแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขลงในใบงานที่ 1 ข้อ 10

ใบงานที่ 1 เคลื่อนย้ายส้มได้ง่าย สบายใจในการขนส่ง

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ

.....

.....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ

.....

.....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลตามรายละเอียดแต่ละข้อ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. จากการวิเคราะห์สถานการณ์ สรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการได้ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากการวิเคราะห์สถานการณ์ สรุปความรู้ที่สอดคล้องกับปัญหาและเงื่อนไข ได้ดังนี้

3. บันทึกแนวคิดในการสร้างเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้มที่ต้องการสร้างเป็นภาพและระบุรายละเอียด เช่น ขนาด วัสดุที่ใช้

4. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้ม และระบุปัญหาที่พบ

- น้ำหนักของดินน้ำมัน 5 นิวตัน
- แรงที่ใช้.....นิวตัน
- ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

5. บันทึกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเครื่องทุ่นแรง เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นภาพและระบุรายละเอียดของการปรับปรุงแก้ไข

รายละเอียดของการปรับปรุงแก้ไข

6. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้มที่ปรับปรุงแล้ว และระบุปัญหาที่พบ
   - น้ำหนักของดินน้ำมัน 5 นิวตัน
   - แรงที่ใช้.....นิวตัน
   - ปัญหาที่พบ

     .....

     .....

     .....

     .....

7. บันทึกเส้นทางการขับรถบรรทุก ระบุลำดับสถานที่ที่จะจัดส่ง

ลำดับที่	สถานที่
1	.....
2	.....
3	.....
4	.....
5	.....

8. บันทึกระยะทางการขับรถบรรทุกตามแผนที่ และระยะทางจริง

ลำดับที่	สถานที่เริ่มต้น	สถานที่จุดหมาย	ระยะทาง ตามแผนที่ (cm)	ระยะทางจริง (m)	เวลาออก (น.)	เวลาถึง (น.)
1	สวน	.....			9.00	
2	.....	.....				
3	.....	.....				
4	.....	.....				
5	.....	.....				

9. ระยะทางทั้งหมดที่รถบรรทุกเคลื่อนที่จากสวน จนถึงสถานที่สุดท้าย..... เมตร
   ปัญหาที่พบ

   .....

   .....

   .....

   .....

10. บันทึกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเส้นทางการขับรถบรรทุก เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และระบุรายละเอียดของการปรับปรุงแก้ไข

ลำดับที่	สถานที่เริ่มต้น	สถานที่จุดหมาย	ระยะทางตามแผนที่ (cm)	ระยะทางจริง (m)	เวลาออก (น.)	เวลาถึง (น.)
1	สวน	.....			9.00	
2	.....	.....				
3	.....	.....				
4	.....	.....				
5	.....	.....				

ระยะทางทั้งหมดที่รถบรรทุกเคลื่อนที่จากสวน จนถึงสถานที่สุดท้าย ..... เมตร

รายละเอียดของการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เครื่องทุ่นแรงในการยกลังส้มขึ้นรถบรรทุกมีหลักการทำงานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. หากต้องการสร้างเครื่องทุ่นแรงให้ใช้แรงในการยกลังส้มขึ้นน้อยลง สามารถทำได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

3. หากต้องการให้เวลาที่ใช้ในการขับรถบรรทุกส่งสินค้าไปยังสถานที่ต่าง ๆ น้อยลง โดยทราบอัตราเร็วเฉลี่ยในการขับรถแล้ว สามารถทำได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดท้ายหน่วย

คำชี้แจง

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคนหนึ่งเดินไปทางทิศตะวันออก 60 เมตร จากนั้นเดินต่อไปทางทิศเหนือ 40 เมตร แล้วไปทางทิศตะวันตก 60 เมตร ในการเดินทางนี้ นักเรียนจะได้ระยะทางและการกระจัดเป็นเท่าใด

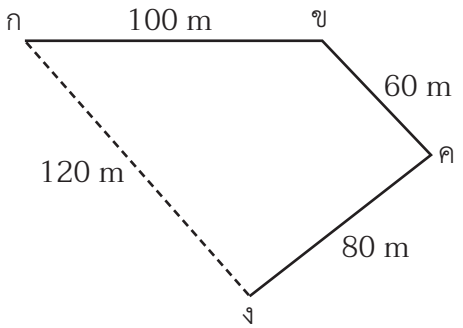
   ก. ระยะทาง 50 เมตร ขนาดของการกระจัด 40 เมตร

   ข. ระยะทาง 50 เมตร ขนาดของการกระจัด 130 เมตร

   ค. ระยะทาง 160 เมตร ขนาดของการกระจัด 40 เมตร

   ง. ระยะทาง 160 เมตร ขนาดของการกระจัด 160 เมตร

2. นักเรียนคนหนึ่งเดินจากตำแหน่ง ก → ข → ค → ง ใช้เวลา 15 นาที ความเร็วเฉลี่ยในการเดินของนักเรียนมีขนาดเป็นกี่เมตรต่อวินาที



   ก. 1/15

   ข. 2/15

   ค. 4/15

   ง. 8

3. บริษัทผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งทดลองประสิทธิภาพของยางรถยนต์ 4 ประเภท โดยศึกษาระยะเบรคของรถในการลดอัตราเร็วจาก 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจนหยุดนิ่ง ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่ ผลการทดลองเป็นดังตาราง

ยางรถยนต์	ระยะเบรค (m)
A	12
B	14
C	11
D	16

แรงเสียดทานระหว่างยางรถยนต์กับพื้นถนนในข้อใดมีค่าสูงสุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

4. พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 แบกกล่องไว้บนบ่าเดินขึ้นบันได

สถานการณ์ที่ 2 ดันกล่องให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ

สถานการณ์ที่ 3 ดันกล่องโดยออกแรงในแนวระดับ แต่กล่องไม่เคลื่อนที่

สถานการณ์ใดที่ทำให้เกิดงานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อกล่อง

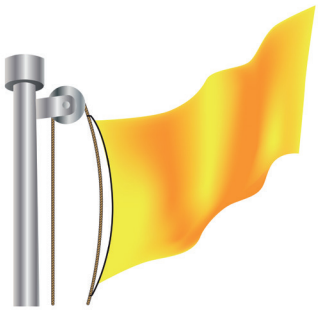
ก. สถานการณ์ที่ 1 กับ 2

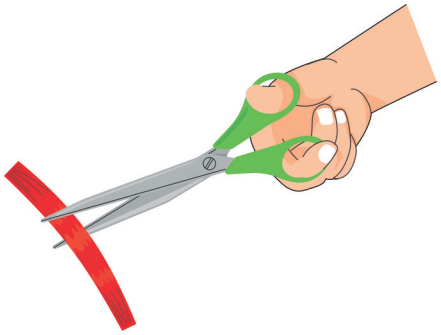
ข. สถานการณ์ที่ 1 กับ 3

ค. สถานการณ์ที่ 2 กับ 3

ง. สถานการณ์ที่ 1 2 และ 3

5. สถานการณ์ใดใช้หลักการของเครื่องกลอย่างง่ายช่วยผ่อนแรงในการทำงาน

ก. 

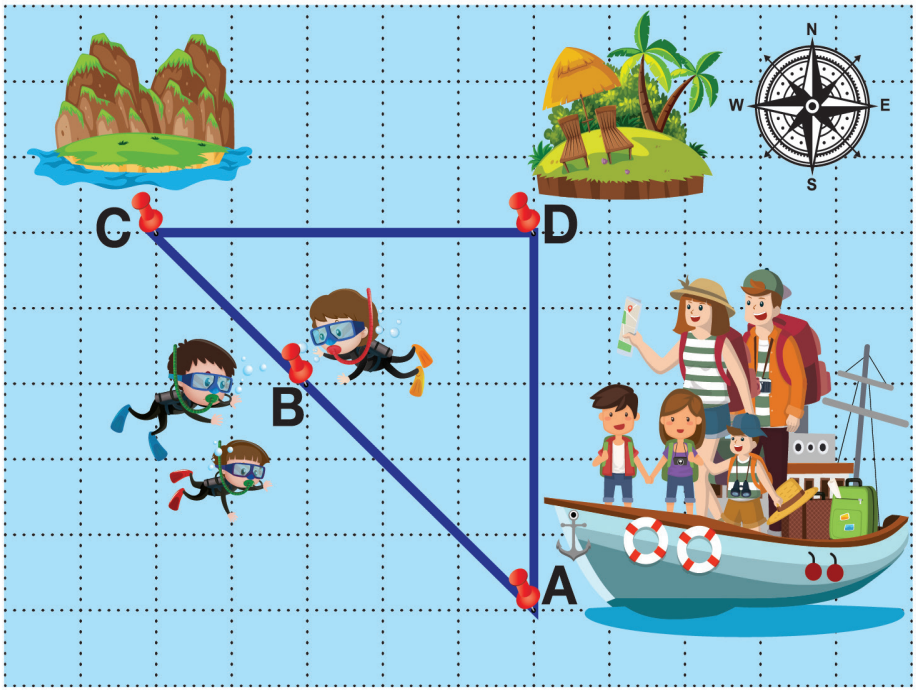
ข. 

ค.

ง.

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของคำถามต่อไปนี้

1. ครอบครัวหนึ่งออกเดินทางล่องเรือท่องเที่ยวไปตามเส้นทาง ดังภาพ



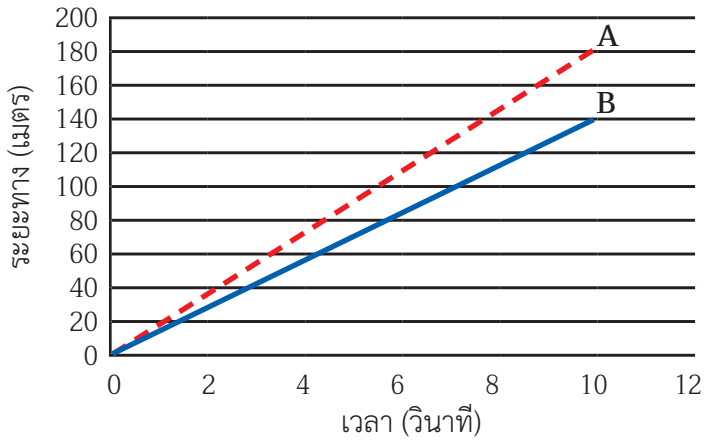
กำหนดให้แต่ละช่องมีระยะทาง 0.5 กิโลเมตร

จงระบุระยะทางและการกระจัดในหน่วยกิโลเมตร และอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมงของการเดินทางของครอบครัวนี้ เมื่อ

1.1 ครอบครัวเดินทางจากจุดเริ่มต้น A เป็นแนวตรงไปยังจุด B แล้วเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น ใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง

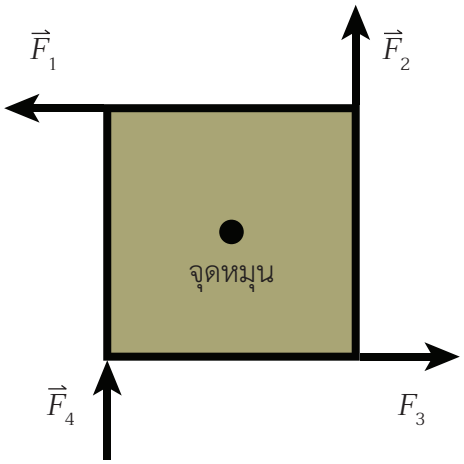
1.2 ครอบครัวเดินทางจากจุดเริ่มต้น A เป็นแนวตรงเพื่อไปยังเกาะ C ใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง จากนั้นเดินทางไปเกาะ D ใช้เวลาอีก 30 นาที

2. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางของการเคลื่อนที่ในแนวตรงกับเวลา ในช่วงเวลา 10 วินาที ของรถ A และ B แสดงได้ดังกราฟ จงเปรียบเทียบอัตราเร็วเฉลี่ยของรถทั้ง 2 คัน



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา

3. มีแรงกระทำวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยมากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 1 เมตร ดังภาพ โดยแต่ละแรงมีขนาด 2 นิวตัน ถ้าจุดหมุนอยู่ที่จุดกึ่งกลางวัตถุ แรงใดทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา โมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ของแรงแต่ละแรงมีค่าเป็นเท่าใด



4. ออกแรง 40 นิวตัน ดันรถเข็นหนัก 30 นิวตัน ให้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เมตร ภายในเวลา 4 วินาที กำลังที่ใช้ในการดันรถเข็นเป็นเท่าไร

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015: สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 27 กันยายน 2563, https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-framework/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. สืบค้นเมื่อ 27 กันยายน 2563, https://www.scimath.org/e-books/8923/flippingbook/index.html

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นเมื่อ 27 กันยายน 2563, จาก https://www.scimath.org/e-books/10947/flippingbook/56/index.html

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Halliday, D., Walker, J., & Resnick, R. (2015). *Principles of physics* (10th ed.). Singapore: Willey.

NHSTA. (2017). Air bags. Retrieved November 10, 2020, from http://www.nhtsa.gov/equipment/air-bags

Serway, R. A., & Jewett, J.W. (2012). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (9th ed.). Boston, MA: Cengage Brooks/Cole.

Young, H.D., & Freedman, R.A. (2015). *University physics with modern physics* (14th ed.). Pearson.

ที่มาของภาพ : ภาพในหน้าที่ 13-14, 40, 42-43, 73, 97, 108, 117-119, 121 ใช้ภายใต้ลิขสิทธิ์จาก pixabay.com

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษาสำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ดร.คุณหญิงกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา	ที่ปรึกษาโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
ดร.สมเกียรติ ชอบผล	ประจำสำนักพระราชวังพิเศษ ระดับ 10
นางมัณฑนา ศังขะกฤษณ์	ข้าราชการบำนาญ

ที่ปรึกษา

ดร.อัมพร พินะสา	เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ดร.กวินทร์เกียรติ นนธ์พละ	รองเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
นายสุชาติ วงศ์สุวรรณ	ข้าราชการบำนาญ
ดร.ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์	ผู้ทรงคุณวุฒิ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
รองศาสตราจารย์ ดร.ทิศนา แขมมณี	ราชบัณฑิต
ดร.เบญจลักษณ์ น้ำฟ้า	ที่ปรึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ดร.วัฒนาพร ระงับทุกข์	ที่ปรึกษาพิเศษ ศูนย์บริหารงานการพัฒนาศักยภาพบุคคลเพื่อความเป็นเลิศ
ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ศรินธร วิทยะสิรินันท์	ผู้อำนวยการโรงเรียนนานาชาติ เซนต์ แอนดรูว์ส กรุงเทพ
ดร.รัตนา แสงบัวเผื่อน	ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

ที่ปรึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้จัดทำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนะ	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางชุติมา เตมียสถิต	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวดวงกมล เหมะรัต	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาววราภรณ์ ถิรสิริ	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวธนพรรณ ชาลี	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดร.อรนิษฐ์ โชคชัย	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.นิพนธ์ จันเลน	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ศานิกานต์ เสนีวงศ์	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางวิมลมาศ ถนอมเกียรติ	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวรตพร หลิน	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นายศุภณัฐ คุ้มโหมด	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.วิลานี สุชีวบริพนธ์	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ยศินทร์ กิติจันทโรภาส	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นายอภิรัตน์ ฐิติมั่น	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวเพียงรวี ทองนุ่น	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา ศุภพิทยาภรณ์	อาจารย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.มิญช์ เมธีสุวกุล	ครูเชี่ยวชาญพิเศษ โรงเรียนกำเนิดวิทย์ จังหวัดระยอง
นางสายชล ธนานุวงศ์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า กรุงเทพฯ
นายสุธิพงษ์ ใจแก้ว	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ จังหวัดเชียงราย
นางสาววรรณวีร์ เหมือนประยูร	ครูชำนาญการ โรงเรียนเทพมงคลรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

คณะบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวิทย์ มาแทน	อาจารย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศตริน วรรณเกตุศิริ	อาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ผู้รับผิดชอบโครงการ

นางผาณิต ทวีศักดิ์	รองผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวพรทิพย์ ดินดี	ข้าราชการบำนาญ
นางสาวภัทรา ด่านวิวัฒน์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวอธิฐาน คงช่วยสถิตย์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นายอภิศักดิ์ สิทธิเวช	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวอัจฉราพร เทียงภักดิ์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาววศินี เขียวเขิน	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวปรมาพร เรืองเจริญ	พนักงานธุรการ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

บันทึก

บันทึก

โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
๙๒๔ ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ ๑๐๑๑๐
โทรศัพท์ ๐๒ ๓๙๒ ๔๐๒๑
https://www.ipst.ac.th

ม.๒

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้