

ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชุดที่ 1



จัดทำโดย

นายไชยันต์ ศรีสุวะ

ครูชำนาญการ โรงเรียนวังยางวิทยาคม

อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชุดที่ 1

นายไชยันต์ ศรีสุวะ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ

โรงเรียนวังยางวิทยาคม

อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22



ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จัดทำขึ้น
สำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่นักเรียน
สามารถเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้จากการศึกษาค้นคว้า การทำกิจกรรมแบบสืบเสาะ
หาความรู้ 5 ขั้น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งเสริมและพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญของ
นักเรียน ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่านวัตกรรมการศึกษาชุดนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา
คุณภาพผู้เรียน คุณภาพการศึกษาและเป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนาการเรียนการสอน
ต่อไป

ไชยันต์ ศรีสุวะ



	หน้า
คำชี้แจง	1
แบบทดสอบก่อนเรียน	2
กิจกรรมที่ 1	5
กิจกรรมที่ 2	20
แบบทดสอบหลังเรียน	28
เฉลยกิจกรรมที่ 1	31
เฉลยกิจกรรมที่ 2	38
เฉลยแบบทดสอบก่อน - หลังเรียน	45
กระดาษคำตอบ	46
บรรณานุกรม	47

คำชี้แจง

ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชุดที่ 1 มีข้อปฏิบัติสำหรับนักเรียนดังนี้

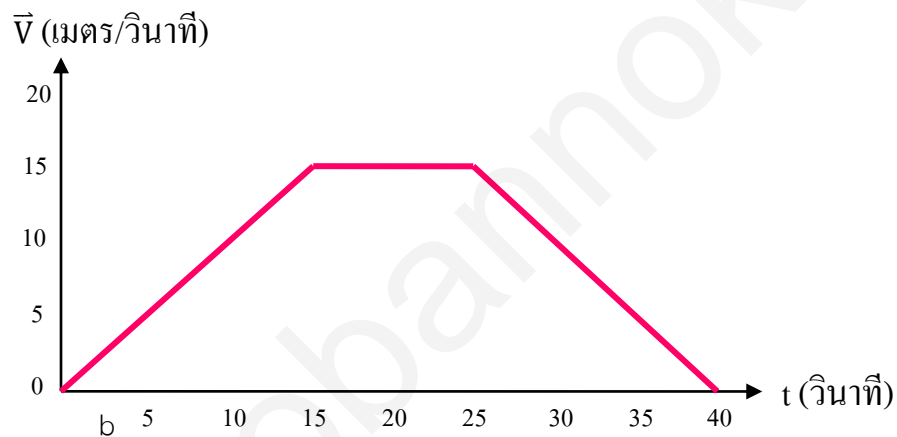
1. ชุดการเรียนรู้ชุดนี้ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ได้แก่
 - กิจกรรมที่ 1 ความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง
 - กิจกรรมที่ 2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 2 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต
3. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้นที่กำหนด
4. เมื่อทำกิจกรรมครบทุกกิจกรรมแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต เพื่อตรวจสอบพัฒนาการการเรียนรู้ของตน



แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **x** ในช่องคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

- ข้อความใดมีความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
 - วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
 - วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
 - วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งลดลงและความเร่งเพิ่มขึ้นในระยะทางที่เท่ากัน
 - วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลงและความเร็วเพิ่มขึ้นในระยะทางที่เท่ากัน
- จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (\vec{V}) กับเวลา (t) การเคลื่อนที่ของวัตถุ



จงหาความเร่งในช่วงเวลา 25 - 40 วินาที

- 0.5 เมตร/วินาที²
 - 1.0 เมตร/วินาที²
 - 0.5 เมตร/วินาที²
 - 1.0 เมตร/วินาที²
- การกระทำใดที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปด้วยแรงปฏิกิริยา
 - นิคยาโยนลูกบอลให้เพื่อน
 - วินฟ่งแหลนได้ระยะทางไกลที่สุด
 - ฝ้ายพายเรือไปยังฝั่งตรงข้ามของสระน้ำ
 - ไต้งจูงรถจักรยานไปเดินลมที่ร้านขายของชำ

4. ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ 10 เมตรต่อวินาที² ถ้ายิงปืนขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที ลูกกระสุนจะหยุดนิ่งที่ตำแหน่งสูงสุดเวลาเท่าไร

ก. 3 วินาที

ข. 5 วินาที

ค. 7 วินาที

ง. 9 วินาที

5. กิจกรรมใดไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยา

ก. มะม่วงสุกตกลงสู่พื้น

ข. ลูกบอลเด้งขึ้นจากพื้น

ค. บั้งไฟลอยขึ้นสู่ท้องฟ้า

ง. นักว่ายน้ำพุ่งตัวออกจากขอบสระ

6. เมื่อออกแรงเท่ากันกระทำต่อวัตถุ 2 ก้อน พบว่า ก้อนแรกเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที² ถ้าก้อนที่สองมีมวลเป็น 2 เท่าของมวลก้อนแรก ก้อนที่สองจะเคลื่อนที่เท่าใด

ก. 10.0 เมตรต่อวินาที²

ข. 7.5 เมตรต่อวินาที²

ค. 5.0 เมตรต่อวินาที²

ง. 2.5 เมตรต่อวินาที²

7. จากรูป ถ้าออกแรง $\vec{F}_1 = 30$ นิวตัน กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัม และความเร่งของวัตถุมีค่า 5.0 เมตรต่อวินาที² \vec{F}_2 ที่กระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน



ก. 25 นิวตัน

ข. 20 นิวตัน





ค. 15 นิวตัน

ง. 10 นิวตัน

8. รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที รถยนต์เพิ่มความเร็วเป็น 10 เมตรต่อวินาที รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

- ก. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
- ข. เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงคงที่
- ค. เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 0.5 เมตรต่อวินาที
- ง. เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง 0.5 เมตรต่อวินาที

9. ข้อใดคือแถบกระดาษที่เกิดจากการตกอย่างอิสระของถุงทราย

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

10. สมชายยืนอยู่ในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้น ขนาดของแรงที่พื้นลิฟต์กระทำต่อเท้าของสมชายเป็นอย่างไร

- ก. มากกว่าขนาดแรงที่เท้ากระทำต่อพื้นลิฟต์
- ข. เท่ากับขนาดแรงที่เท้ากระทำต่อพื้นลิฟต์
- ค. มากกว่าขนาดของน้ำหนักของสมชาย
- ง. เท่ากับขนาดของน้ำหนักของสมชาย

กิจกรรมที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับความเร่ง และผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุได้ (K)
2. คำนวณเกี่ยวกับความเร่งในการเคลื่อนที่และการตกของวัตถุได้ (P)
3. ทดลองเกี่ยวกับความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกได้ (P)
4. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และจิตวิทยาศาสตร์ (A)

กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

วิดีโอ 1

ที่มา : <http://youtube.com/watch?v=1XehkMQpeyA>

จากวิดีโอที่นำเสนอไปนั้น ทำไมรถยนต์ไฮดรอลิกจึงวิ่งได้เร็วกว่ารถยนต์ ให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็น

2. ขั้นสำรวจค้นหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาความรู้จากใบความรู้ที่ 1.1 และทำใบงานที่ 1.1 โดยให้บันทึกข้อมูลลงในสมุดของตน

3. ขั้นอธิบายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหาคำตอบใบงานที่ 1.1 ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้
เกณฑ์การประเมิน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา				
2	วิธีการนำเสนอผลงาน				
3	การมีส่วนร่วมของสมาชิก				
รวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 – 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

4. ขยายความเข้าใจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 1.2 และศึกษาความรู้จากใบความรู้ที่ 1.2 โดยให้บันทึกข้อมูลลงในสมุดของตน

5. ตรวจสอบผล

นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 รถยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อีก 5 วินาทีต่อมา รถยนต์เคลื่อนที่ในทิศทางเดิมด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลา 5 วินาที มีค่าเป็นกี่เมตรต่อวินาที²

5.2 วัตถุตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

ใบความรู้ที่ 1.1

ทบทวนความรู้

ปริมาณทางฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- ปริมาณสเกลาร์ คือ ปริมาณที่บอกแต่ขนาดอย่างเดียวก็ให้ความหมายที่สมบูรณ์ โดยไม่ต้องบอกทิศทาง เช่น เวลา ระยะ งาน และปริมาตร เป็นต้น

- ปริมาณเวกเตอร์ คือ ปริมาณที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง จึงจะให้ความหมายที่สมบูรณ์ เช่น ความเร็ว การกระจัด โมเมนตัม และแรง เป็นต้น

ระยะทาง (S) หมายถึง ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นเมตร

การกระจัด (\vec{S}) หมายถึง ความยาวของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดตั้งต้นและจุดสุดท้าย

อัตราเร็ว (V) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่เคลื่อนที่ได้กับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

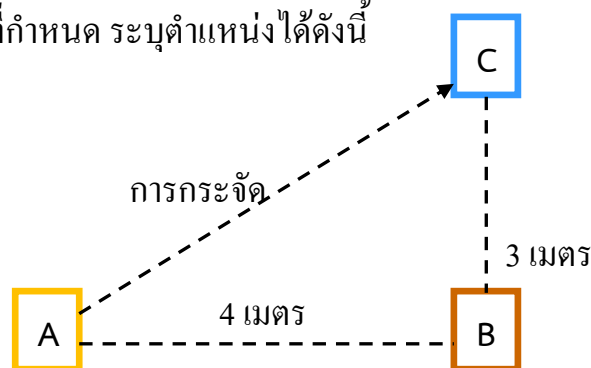
$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}} \quad \text{หรือ} \quad V = \frac{S}{t}$$

ความเร็ว (\vec{V}) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}} \quad \text{หรือ} \quad \vec{V} = \frac{\vec{S}}{t}$$

ตัวอย่าง เด็กชาย A เดินไปหาเด็กชาย B ทางทิศตะวันออก มีระยะห่าง 4 เมตร ใช้เวลา 6 วินาที แล้วเดินทางต่อไปหาเด็กชาย C ที่ทางทิศเหนือ มีระยะห่าง 3 เมตร ใช้เวลา 4 วินาที จงหาอัตราเร็วและความเร็วของเด็กชาย A

จากโจทย์ที่กำหนด ระบุตำแหน่งได้ดังนี้



$$\text{จากรูป การกระจัด} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ เมตร}$$

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}} = \frac{7}{10} = 0.7 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ เมตร/วินาที}$$

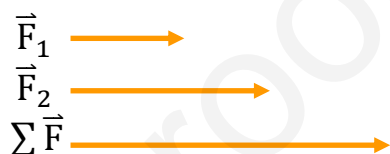
ตอบ เด็กชาย A เดินด้วยความอัตราเร็ว 0.7 เมตร/วินาที และมีความเร็ว 0.5 เมตร/วินาที

ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

แรง หมายถึง สิ่งที่สามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงความเร็ว เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนขนาด รูปร่างของวัตถุ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ใช้สัญลักษณ์ คือ \vec{F}

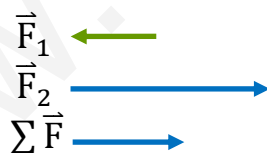
แรงลัพธ์ หมายถึง แรงที่กระทำต่อวัตถุพร้อม ๆ กัน มากกว่าหนึ่งแรงขึ้นไป ผลรวมของแรงที่กระทำทั้งหมดจะส่งผลเสมือนเกิดจากแรง ๆ เดียว ดังนี้

- **แรงสองแรงไปทางเดียวกัน** แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง ส่วนทิศของแรงลัพธ์ไปทางเดียวกับแรงทั้งสอง



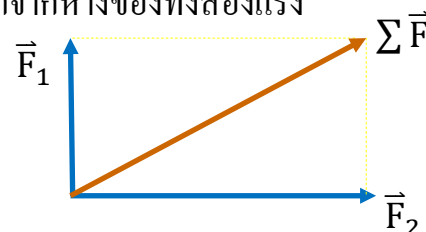
$$\begin{aligned} \text{แรงลัพธ์} &= \text{แรงที่ 1} + \text{แรงที่ 2} \\ \Sigma \vec{F} &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \end{aligned}$$

- **แรงสองแรงสวนทางกัน** แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง ส่วนทิศของแรงลัพธ์ไปทางเดียวกับแรงที่มีขนาดมาก



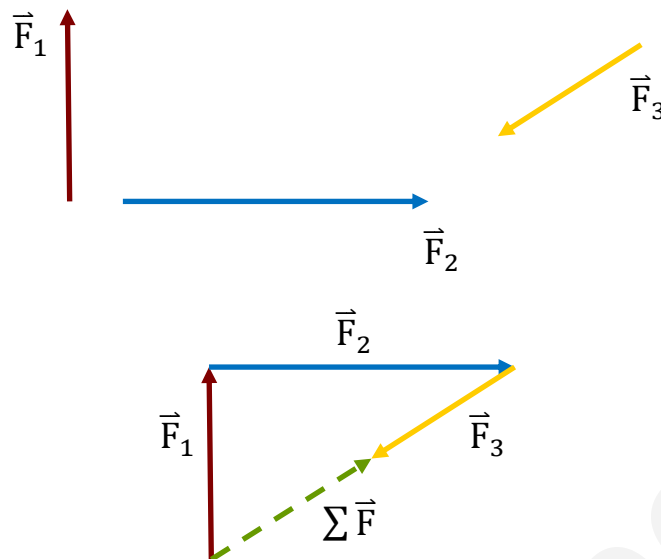
$$\begin{aligned} \text{แรงลัพธ์} &= \text{แรงที่ 1} - \text{แรงที่ 2} \\ \Sigma \vec{F} &= \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \\ \text{แรงลัพธ์มีค่าเป็นลบ} &\text{ นั่นแสดงถึงทิศทาง} \end{aligned}$$

- **แรงสองแรงมีทิศตั้งฉากกัน** แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากหางของทั้งสองแรง



$$\begin{aligned} \text{แรงลัพธ์} &= \sqrt{\text{แรงที่ 1}^2 + \text{แรงที่ 2}^2} \\ \Sigma \vec{F} &= \sqrt{\vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2} \end{aligned}$$

- **แรงมีมากกว่าสองแรง** แรงลัพธ์หาได้จากการเขียนรูปเวกเตอร์แทนแรงด้วยวิธีหางต่อหัว เขียนเวกเตอร์ลัพธ์โดยลากตรงจากหางเวกเตอร์ตัวแรกไปยังหัวเวกเตอร์ตัวสุดท้าย



ผลของแรงต่อความเร่งของวัตถุ

ความเร่ง (\vec{a}) หมายถึง ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s^2) ความเร่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าพิจารณาอัตราส่วนระหว่างความเร็วที่เปลี่ยนแปลงกับช่วงเวลา จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ความเร่ง} = \frac{\text{ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{เวลา}} \quad \text{หรือ} \quad \vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$$

เมื่อ \vec{a} แทน ความเร่ง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s^2)

\vec{v}_1 แทน ความเร็วเริ่มต้น มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

\vec{v}_2 แทน ความเร็วสุดท้าย มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

t แทน เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ตัวอย่าง รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 15 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที รถยนต์เพิ่มความเร็วเป็น 25 เมตรต่อวินาที รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

$$\text{ความเร่ง} = \frac{25 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

ตอบ รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที²

กรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลงหรือความเร่งมีทิศตรงข้ามกับความเร็ว ความเร่งจะมีค่าติดลบ แสดงว่าวัตถุนั้นมีค่าความหน่วงดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 25 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที รถยนต์ลดความเร็วเหลือ 15 เมตรต่อวินาที รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงเท่าใด

$$\text{ความเร่ง} = \frac{15 \text{ m/s} - 25 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = -2 \text{ m/s}^2$$

ตอบ รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที²

กรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ โดยไม่เปลี่ยนทิศทางและมีความเร็วคงที่ในแต่ละหน่วยเวลา แสดงว่าวัตถุนั้นมีความเร่งคงที่ ความเร่งของวัตถุจะมีขนาดมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ และแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดไม่เป็นศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน เรียกว่า กฎของความเร่ง มีใจความว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่กระทำ และขนาดของความเร่งนี้ จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

โดยที่ $\Sigma \vec{F}$ คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$)

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

a คือ ความเร่งของวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s^2)

ตัวอย่าง

$\vec{F}_1 = 40 \text{ นิวตัน}$ \longrightarrow **2 กิโลกรัม** $\longleftarrow \vec{F}_2 = 20 \text{ นิวตัน}$

จากรูป ถ้าออกแรง $\vec{F}_1 = 40 \text{ นิวตัน}$ และ $\vec{F}_2 = 20 \text{ นิวตัน}$ กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัม จะทำให้วัตถุมีความเร่งเท่าใด

จากสมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} = \frac{\vec{F}_1 - \vec{F}_2}{m} = \frac{40 - 20 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = \frac{20 \text{ kg.m/s}^2}{2 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}^2$$

ตอบ วัตถุมีความเร่ง 10 เมตรต่อวินาที²

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก จะทำให้วัตถุมิ
ความเร่งในการตกลงมา ซึ่งเป็นความเร่งคงตัวที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงเพียงอย่างเดียว ไม่ว่า
วัตถุจะทำด้วยวัสดุใด มีขนาดเล็กหรือใหญ่ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเฉลี่ย 9.8 m/s^2 หรือ
ประมาณ 10 m/s^2 ที่ระดับน้ำทะเล และจะแตกต่างกันตามระดับความสูง เรียกความเร่งนี้ว่า
ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย g

วัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
แสดงว่า วัตถุนี้อตกลงสู่พื้นด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นวินาทีละ 9.8 m/s แต่ถ้าโยนวัตถุขึ้นในแนวตรง
ข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงด้วยความเร่ง $-g$ แสดงว่า วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น
ด้วยความเร็วลดลงวินาทีละ 9.8 m/s จนกระทั่งความเร็วสุดท้ายเป็น 0 ซึ่งเรียกตำแหน่งนี้ว่า
ตำแหน่งสูงสุดของการเคลื่อนที่ของวัตถุ

เราสามารถแทนค่าความเร่ง (a) ในสมการเป็น g ได้ดังนี้

$$g = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$$

เมื่อ g แทน ความเร่ง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s^2)

\vec{v}_1 แทน ความเร็วเริ่มต้น มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

\vec{v}_2 แทน ความเร็วสุดท้าย มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

t แทน เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ตัวอย่าง ถ้ายิงปืนขึ้นฟ้าด้วยความเร็วต้น 50 เมตร/วินาที เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ ลูกกระสุนจะไปถึงจุดสูงสุดใช้เวลากี่วินาที กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ 10 เมตรต่อวินาที²

จากโจทย์กำหนดให้

- ความเร็วต้น 49 เมตร/วินาที ดังนั้น $\vec{v}_1 = 49 \text{ m/s}$
- ลูกกระสุนไปถึงจุดสูงสุด ดังนั้น $\vec{v}_2 = 0 \text{ m/s}$
- การยิงปืนขึ้นฟ้า ทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นทิศตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วง

ของโลก ดังนั้น $g = -10 \text{ m/s}^2$

$$\text{จากสมการ } -g = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$$

$$t = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{-g}$$

$$\text{แทนค่า } t = \frac{0 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}}{-10 \text{ m/s}^2} = 5 \text{ วินาที}$$

ตอบ ลูกกระสุนไปถึงจุดสูงสุดใช้เวลา 5 วินาที

ตัวอย่าง มะม่วงตกจากต้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ตกลงมากระทบพื้นใช้เวลา 2 วินาที เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ ขณะตกกระทบพื้นมะม่วงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใด กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ 10 เมตรต่อวินาที²

จากโจทย์กำหนดให้

- มะม่วงตกลงจากต้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้น $\vec{v}_1 = 0 \text{ m/s}$
- มะม่วงตกลงมากระทบพื้นใช้เวลา 2 วินาที
- มะม่วงตกในแนวตั้งซึ่งเป็นทิศเดียวกับแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้น $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\text{จากสมการ } g = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$$

$$10 \text{ m/s}^2 = \frac{\vec{v}_2 - 0}{2 \text{ s}}$$

$$\vec{v}_2 = 10 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ s} = 20 \text{ m/s}$$

ตอบ ขณะตกกระทบพื้น มะม่วงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที

ใบงานที่ 1.1

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีหาคำตอบในโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. แร่งสองแร่งมีขนาด 3 นิวตัน และ 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จะทำให้วัตถุมีความเร่งเท่าใด ในกรณีต่อไปนี้

1.1 แร่งทั้งสองกระทำในทิศทางเดียวกัน

วิธีคิด

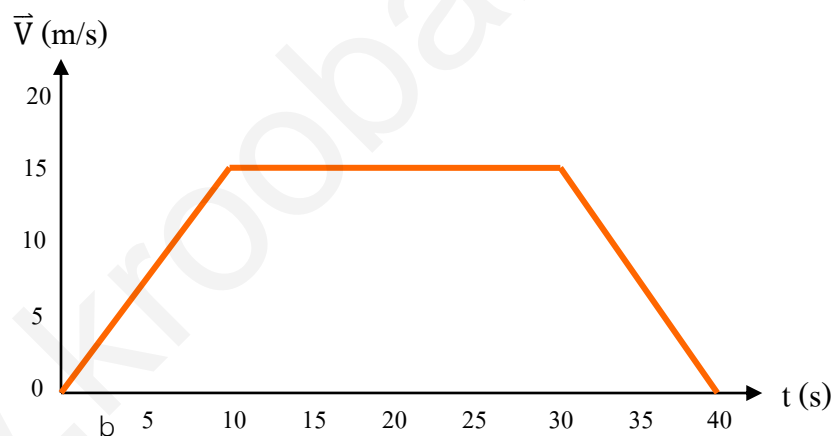
1.2 แร่งทั้งสองกระทำในทิศทางตรงกันข้าม

วิธีคิด

1.3 แร่งทั้งสองกระทำในทิศทางตั้งฉากกัน

วิธีคิด

2. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (\vec{V}) กับเวลา (t) ของวัตถุชนิดหนึ่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้



2.1 ช่วงเวลาใดที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง และมีค่าความเร่งเท่าใด

วิธีคิด

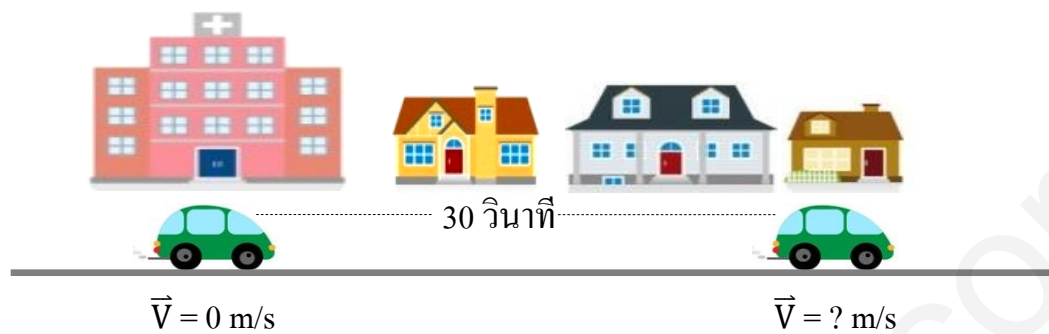
2.2 ช่วงเวลาใดที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

วิธีคิด

2.3 ช่วงเวลาใดที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง และมีค่าความหน่วงเท่าใด

วิธีคิด

3. รถยนต์เคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งด้วยความเร่ง $3 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$ เวลาผ่านไป 30 วินาที
รถยนต์จะมีความเร็วเป็นเท่าใด



4. ถ้าโยนก้อนหินขึ้นฟ้า ก้อนหินไปถึงจุดสูงสุดใช้เวลา 5 วินาที เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ
จงหาความเร็วต้นในการเคลื่อนที่ของก้อนหิน

กำหนดให้ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ $10 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$

5. มะพร้าวลูกหนึ่งตกลงจากต้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ขณะตกกระทบพื้น
มีความเร็ว 70 เมตรต่อวินาที หากไม่คิดแรงต้านของอากาศ มะพร้าวลูกนี้ใช้เวลากี่วินาที
จึงจะตกถึงพื้น

กำหนดให้ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ $10 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$

ใบงานที่ 1.2

คำชี้แจง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทดลอง และเตรียมอุปกรณ์ให้ครบ
2. ตั้งสมมติฐานการทดลอง ดำเนินการทดลอง
3. บันทึกผลการทดลอง และศึกษาใบความรู้ที่ 1.2 เพิ่มเติม
4. ตอบคำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

อุปกรณ์

- | | |
|-------------------------|-----------|
| - หม้อแปลง 6 โวลต์ | 1 เครื่อง |
| - เครื่องเคาะสัญญาณเวลา | 1 เครื่อง |
| - ถุงทราย | 1 ถุง |
| - เวอร์เนียคาลิเปอร์ | 1 อัน |
| - สก็อตเทป | 1 ม้วน |
| - กระดาษคาร์บอน | 2 แผ่น |
| - แถบกระดาษ | 1 ม้วน |
| - กรรไกร | 1 เล่ม |
| - กระดาษกราฟ | 1 แผ่น |

วิธีการทดลอง

1. ต่อหม้อแปลง 6 โวลต์ เข้ากับเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่วางตรงขอบโต๊ะ โดยให้ช่องสอดแถบกระดาษของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาอยู่ในแนวตั้ง และอยู่ห่างขอบโต๊ะ
2. นำกระดาษคาร์บอน 2 แผ่น ใส่ในเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ปักมุดลงไปในเครื่องเคาะสัญญาณเวลาโดยให้เข็มเจาะกระดาษคาร์บอน
3. ยึดถุงทรายให้ติดกับปลายข้างหนึ่งของแถบกระดาษด้วยสก็อตเทป ปลายอีกข้างหนึ่งสอดเข้าไปในช่องของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาใต้กระดาษคาร์บอน โดยให้ถุงทรายอยู่ด้านล่าง และอยู่ใกล้เครื่องเคาะสัญญาณเวลามากที่สุด
4. เปิดสวิตช์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน แล้วปล่อยให้ถุงทรายตกลงสู่พื้น

5. ตัดแถบกระดาษจากข้อ 4. แต่ละช่วงจุด แล้วนำไปติดบนกระดาษกราฟ เรียงตามลำดับ โดยให้แต่ละแถบอยู่ห่างกันเป็นระยะเท่ากัน ลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดกึ่งกลางด้านกว้างของแถบกระดาษแต่ละแถบ

6. นำแถบกระดาษมาวัดระยะทางครึ่งละ 1 ช่วงจุด ต่อเนื่องกันไป การวัดระยะทางให้เริ่มจากจุดเริ่มต้น แต่ถ้าจุดเริ่มต้นชิดกันมากเกินไป ให้พิจารณาจุดถัดไปตามความเหมาะสม บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตาราง แล้วคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยในแต่ละ 1 ช่วงจุด บันทึกค่าลงในตาราง

7. เปรียบเทียบค่าความเร็วเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 1 ช่วง ดังนี้

- จุดที่ 1 กับ จุดที่ 2
- จุดที่ 2 กับ จุดที่ 3
- จุดที่ 3 กับ จุดที่ 4
- จุดที่ 4 กับ จุดที่ 5
- จุดที่ 5 กับ จุดที่ 6

ต่อเนื่องกันเรื่อยไป เพื่อวิเคราะห์ว่าค่าความเร็วเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

1 ช่วงจุดที่	ระยะทาง ใน 1 ช่วงจุด (cm)	เวลา 1 ช่วงจุด	ค่าของความเร็วเฉลี่ยใน 1 ช่วงจุด (m/s)
1 กับ 2		1/50	
2 กับ 3		1/50	
3 กับ 4		1/50	
4 กับ 5		1/50	
5 กับ 6		1/50	

คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อปล่อยตุลทรายให้ตกอย่างอิสระ ระยะห่างระหว่างช่วงจุดแต่ละช่วงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
2. ความเร็วเฉลี่ยในแต่ละช่วงจุดเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
3. ความเร่งเฉลี่ยของการตกอย่างอิสระของตุลทรายมีค่าเท่าใด
4. สรุปผลการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	รักษาความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์				
2	ทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด				
3	การตั้งสมมติฐาน				
4	การแปลผลการทดลอง				
5	การตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง				
รวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

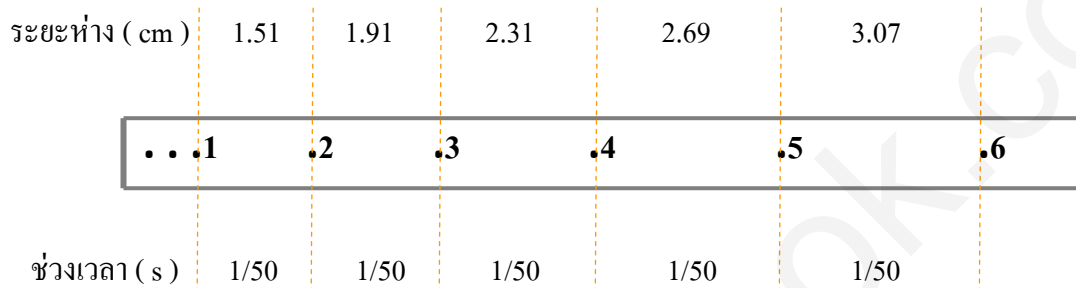
ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 - 16	ดี
9 - 12	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

ใบความรู้ที่ 1.2

เมื่อต่อเครื่องเคาะสัญญาณเวลาเข้ากับหม้อแปลง 6 โวลต์ ปลายเคาะจะเคาะด้วยความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ คือ 50 ครั้งต่อวินาที ทำให้เกิดจุดเรียงกันบนแถบกระดาษ ช่วงเวลาของการเคลื่อนที่ของแถบกระดาษจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ติดกัน จะเท่ากับ $1/50$ วินาที ถ้านำแถบกระดาษมาวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยแต่ละ 1 ช่วงจุด ดังภาพ



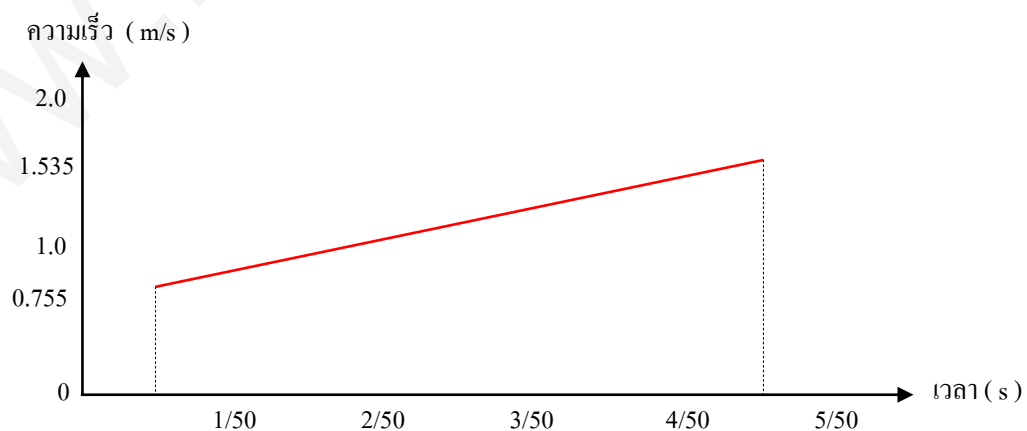
จากรูป เราสามารถหาความเร็วเฉลี่ย ซึ่งเป็นความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลาได้ดังนี้
พิจารณาช่วงจุดที่ 1 ถึง จุดที่ 2

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{0.0151 \text{ m}}{1/50 \text{ s}} = 0.755 \text{ m/s}$$

พิจารณาช่วงจุดที่ 5 ถึง จุดที่ 6

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{0.0307 \text{ m}}{1/50 \text{ s}} = 1.535 \text{ m/s}$$

จากความเร็วดังกล่าวนำมาเขียนเป็นกราฟความเร็วต่อเวลาได้ดังภาพ



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของการปล่อยตุ้มทรายตกลงในแนวตั้ง

ดังนั้น ความเร็วเฉลี่ยเปลี่ยนไป คือ $1.535 - 0.755 = 0.78$ เมตรต่อวินาที

ถ้าเราพิจารณาอัตราส่วนระหว่างความเร็วที่เปลี่ยนไปกับช่วงเวลาที่ใช้ จะได้ว่า

$$\frac{\text{ความเร็วที่เปลี่ยนไป}}{\text{เวลาที่ใช้}} = \frac{0.78 \text{ m/s}}{4/50 \text{ s}} = 9.75 \text{ m/s}^2$$

ความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลานี้ เรียกว่า ความเร่ง ดังนั้นพบว่า อังทรายตกสู่พื้นโลก ด้วยความเร่ง 9.75 เมตรต่อวินาที² ในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก



กิจกรรมที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

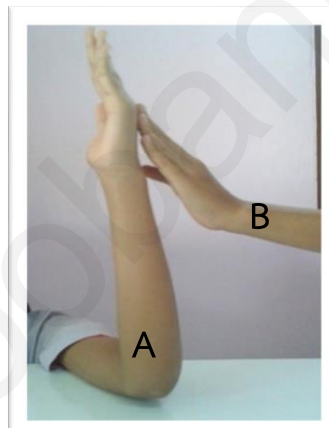
1. อธิบายแรงกิริยา แรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ (K)
2. ทดลองเกี่ยวกับแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ (P)
3. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และจิตวิทยาศาสตร์ (A)

กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

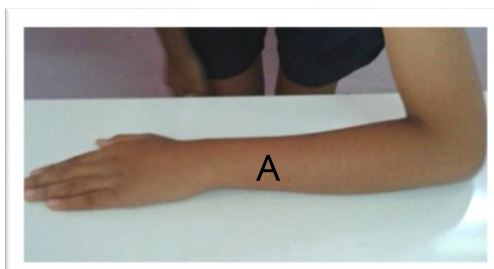
1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

นักเรียนจับคู่กันแล้วปฏิบัติ ดังนี้

- 1.1 นักเรียน A วางศอกไว้บนโต๊ะ ตั้งแขนให้ตรง นักเรียน B ออกแรงผลักมือของนักเรียน A ดังภาพ



- 1.2 นักเรียน B สามารถผลักได้ 1 ครั้ง และต้องทำให้มือของนักเรียน A วางราบกับโต๊ะให้ได้ ดังภาพ



- หากทำได้ นักเรียน B ได้ 1 คะแนน
- หากทำไม่ได้ นักเรียน A ได้ 1 คะแนน

1.3 ทำซ้ำอีกครั้ง โดยให้สลับตำแหน่งกัน นักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดถือเป็นฝ่าย

ชนะ

จากการทำกิจกรรม เมื่อเพื่อนออกแรงผลัก นักเรียนต้องทำอะไร เพื่อให้แขนของตัวเองตั้งอยู่ได้ และเกี่ยวข้องกับแรงชนิดใด ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาความรู้จากใบความรู้ที่ 2 และช่วยกันทำกิจกรรมในใบงานที่ 2.1 โดยให้บันทึกข้อมูลลงในสมุดของตน

3. ขั้นอธิบายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบใบงานที่ 2.1 โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้
เกณฑ์การประเมิน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา				
2	วิธีการนำเสนอผลงาน				
3	การมีส่วนร่วมของสมาชิก				
รวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 – 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

4. ขยายความเข้าใจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมในใบงานที่ 2.2 โดยให้บันทึกข้อมูลลงในสมุดของตน

5. ตรวจสอบผล

ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 จากรูป ให้นักเรียนช่วยกันอธิบายแรงกิริยา แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการแข่งขันชักเย่อ



ที่มา : <http://www.g.hope.dek.cc/wp-content/uploads/2011/11/tug-of-war.jpg>

5.2 ความรู้ เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

ใบความรู้ที่ 2

แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศทางตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ ซึ่งแรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกัน แรงที่มากระทำต่อวัตถุ เรียกว่า แรงกิริยา (F) ส่วนแรงที่วัตถุต้านแรงที่มากระทำ เรียกว่า แรงปฏิกิริยา ($-F$) ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน เรียกว่า กฎของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา มีใจความว่า ทุกแรงกิริยาย่อมมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามเสมอ $F = -F$

ลักษณะสำคัญของแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยา คือ เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน จึงไม่สามารถหักล้างกันได้ แรงคู่นี้เรียกว่า แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา โดยแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยา จะกระทำต่อวัตถุคนละก้อนและแรงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้แม้วัตถุไม่สัมผัสกัน ดังภาพ



ที่มา : <http://treepicturesonline.com/cartoon-apple-tree.jpg>

ใบงานที่ 2.1

1. ให้นักเรียนปฏิบัติตามภาพ แล้วระบุแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น พร้อมอธิบายเหตุผล

1. นอนกอดตัว



2. ยกจานอาหาร



3. วิ่ง



4. โยนลูกบอลลงห่วง



2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- 2.1 เอาเชือกผูกลูกตุ้มแขวนไว้บนเพดาน แรงกิริยา คือ แรงที่ลูกตุ้มดึงเชือก
แรงปฏิกิริยา คือ แรงที่เชือกต้านแรงดึงของลูกตุ้ม
- 2.2 แรงดันอากาศจะดันให้น้ำพุ่งออกจากจรวดขวดน้ำ ซึ่งแรงกิริยาที่อากาศภายในขวดกระทำต่อน้ำ ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่น้ำดันให้จรวดขวดน้ำลอยขึ้นไปได้
- 2.3 นิคกำลังปอกมะม่วง แรงที่ปอกมะม่วง คือ แรงกิริยา แรงที่ผิวมะม่วงต้านแรงปอกมะม่วง คือ แรงปฏิกิริยา
- 2.4 ไฟาไสนำผ้าห่มไปตากบนราวตากผ้า แรงที่ราวตากผ้าต้านน้ำหนักของผ้าห่ม คือ แรงกิริยา แรงที่เกิดจากน้ำหนักของผ้าห่มกระทำต่อราวตากผ้า คือ แรงปฏิกิริยา
- 2.5 สมชายเตะลูกวอลเลย์บอลลงพื้น แรงที่ดันลูกวอลเลย์บอลให้กระดอนขึ้นมา คือ แรงกิริยา แรงที่ลูกวอลเลย์บอลกดพื้น คือ แรงปฏิกิริยา

ใบงานที่ 2.2

คำชี้แจง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทดลอง และเตรียมอุปกรณ์ให้ครบ
2. ตั้งสมมติฐานการทดลอง ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง
3. ตอบคำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

อุปกรณ์ เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง วางในระดับเดียวกัน แล้วเกี่ยวส่วนปลายของแต่ละเครื่องเข้าด้วยกัน
2. นักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 อยู่กับที่ แล้วนักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 ดึงเครื่องชั่งสปริง โดยให้เครื่องชั่งสปริงอ่านค่าได้ 5, 8, 10 นิวตัน ตามลำดับ
สังเกตเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 อ่านค่าได้เท่าไรตามลำดับ และบันทึกผล
3. นักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 อยู่กับที่ แล้วนักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 ดึงเครื่องชั่งสปริง โดยให้เครื่องชั่งสปริงอ่านค่าได้ 5, 8, 10 นิวตัน ตามลำดับ
สังเกตเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 อ่านค่าได้เท่าไรตามลำดับ และบันทึกผล

สมมติฐานการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	เมื่อออกแรงดึงเครื่องชั่งอีกเครื่อง		
	5 นิวตัน	8 นิวตัน	10 นิวตัน
เครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 อยู่กับที่			
เครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 อยู่กับที่			

คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 เปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 เปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. จากข้อมูลในข้อที่ 2 เวกเตอร์ของแรงที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร
4. สรุปผลการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	รักษาความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์				
2	ทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด				
3	การตั้งสมมติฐาน				
4	การแปลผลการทดลอง				
5	การตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง				
รวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 - 16	ดี
9 - 12	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบทดสอบหลังเรียน

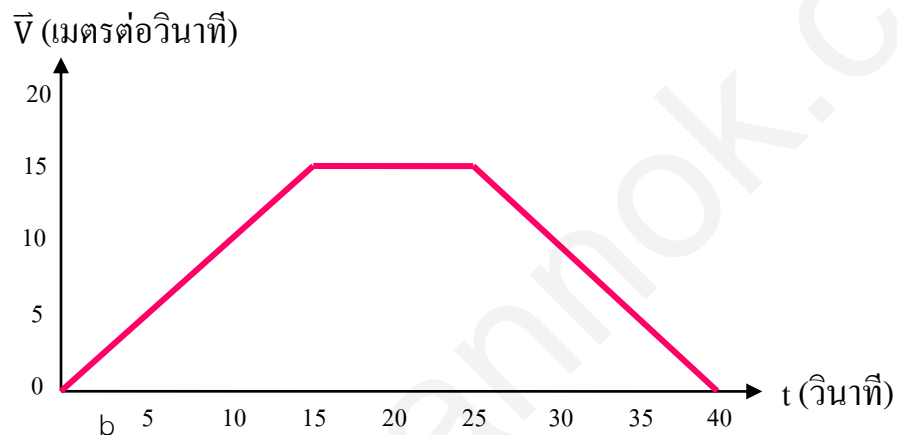
คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ ในช่องคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ 10 เมตรต่อวินาที² ถ้ายิงปืนขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที ลูกกระสุนจะหยุดนิ่งที่ตำแหน่งสูงสุดเวลาเท่าไร
 - ก. 3 วินาที
 - ข. 5 วินาที
 - ค. 7 วินาที
 - ง. 9 วินาที
2. การกระทำใดที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปด้วยแรงปฏิกิริยา
 - ก. นิตยาโยนลูกบอลให้เพื่อน
 - ข. วินพ่วงแหลนไต้ระยะทางไกลที่สุด
 - ค. ฝ้ายพายเรือไปยังฝั่งตรงข้ามของสระน้ำ
 - ง. โต้งจูงรถจักรยานไปเติมลมที่ร้านขายของชำ
3. สมชายยืนอยู่ในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้น ขนาดของแรงที่พื้นลิฟต์กระทำต่อเท้าของสมชายเป็นอย่างไร
 - ก. มากกว่าขนาดแรงที่เท้ากระทำต่อพื้นลิฟต์
 - ข. เท่ากับขนาดแรงที่เท้ากระทำต่อพื้นลิฟต์
 - ค. มากกว่าขนาดของน้ำหนักของสมชาย
 - ง. เท่ากับขนาดของน้ำหนักของสมชาย
4. ข้อความใดมีความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
 - ก. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
 - ข. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
 - ค. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งลดลงและความเร่งเพิ่มขึ้นในระยะทางที่เท่ากัน
 - ง. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลงและความเร็วเพิ่มขึ้นในระยะทางที่เท่ากัน

5. รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที รถยนต์เพิ่มความเร็วเป็น 10 เมตรต่อวินาที รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

- ก. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
- ข. เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงคงที่
- ค. เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 0.5 เมตรต่อวินาที
- ง. เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง 0.5 เมตรต่อวินาที

6. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (\vec{V}) กับเวลา (t) การเคลื่อนที่ของวัตถุ



จงหาความเร่งในช่วงเวลา 25 - 40 วินาที

- ก. 0.5 เมตรต่อวินาที²
- ข. 1.0 เมตรต่อวินาที²
- ค. - 0.5 เมตรต่อวินาที²
- ง. - 1.0 เมตรต่อวินาที²

7. ข้อใดคือแถบกระจายที่เกิดจากการตกอย่างอิสระของถุงทราย

ก.

ข.

ค.

ง.

8. กิจกรรมใดไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยา

- ก. มะม่วงสุกตกลงสู่พื้น
- ข. ลูกบอลเด้งขึ้นจากพื้น
- ค. บั้งไฟลอยขึ้นสู่ท้องฟ้า
- ง. นักว่ายน้ำพุ่งตัวออกจากขอบสระ

9. จากรูป ถ้าออกแรง $\vec{F}_1 = 30$ นิวตัน กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัม และความเร่งของวัตถุมีค่า 5.0 เมตรต่อวินาที² \vec{F}_2 ที่กระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน



- ก. 25 นิวตัน
- ข. 20 นิวตัน
- ค. 15 นิวตัน
- ง. 10 นิวตัน

10. เมื่อออกแรงเท่ากันกระทำต่อวัตถุ 2 ก้อน พบว่า ก้อนแรกเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที² ถ้าก้อนที่สองมีมวลเป็น 2 เท่าของมวลก้อนแรก ก้อนที่สองจะเคลื่อนที่เท่าใด

- ก. 10.0 เมตรต่อวินาที²
- ข. 7.5 เมตรต่อวินาที²
- ค. 5.0 เมตรต่อวินาที²
- ง. 2.5 เมตรต่อวินาที²

เฉลยกิจกรรมที่ 1

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

วิดีโอ 1

ที่มา : <http://youtube.com/watch?v=1XehkMQpeyA>

จากวิดีโอที่นำเสนอไปนั้น ทำไมรถยนต์ไร้ไซค์จึงวิ่งได้เร็วกว่ารถยนต์ ให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็น

แนวคำตอบ

- รถยนต์ไร้ไซค์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่ารถยนต์
- รถยนต์ไร้ไซค์เคลื่อนที่ด้วยความเร่งมากกว่ารถยนต์
- รถยนต์เคลื่อนที่ช้าลง

หรือคำตอบอื่น ๆ ที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น ซึ่งขั้นนี้การตอบคำถามยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

2. ขั้นสำรวจค้นหา

ใบงานที่ 1.1

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีคิดหาคำตอบในโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. แรงสองแรงมีขนาด 3 นิวตัน และ 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จะทำให้วัตถุมีความเร่งเท่าใด ในกรณีต่อไปนี้

1.1 แรงทั้งสองกระทำในทิศทางเดียวกัน

วิธีคิด

จากสมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} = \frac{7 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = \frac{7 \text{ kg.m/s}^2}{2 \text{ kg}} = 3.5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ วัตถุมีความเร่ง 3.5 เมตรต่อวินาที²

1.2 แรงทั้งสองกระทำในทิศทางตรงกันข้าม

วิธีคิด

จากสมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} = \frac{1 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = \frac{1 \text{ kg.m/s}^2}{2 \text{ kg}} = 0.5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ วัตถุมีค่าความเร่ง 0.5 เมตรต่อวินาที²

1.3 แรงทั้งสองกระทำในทิศทางตั้งฉากกัน

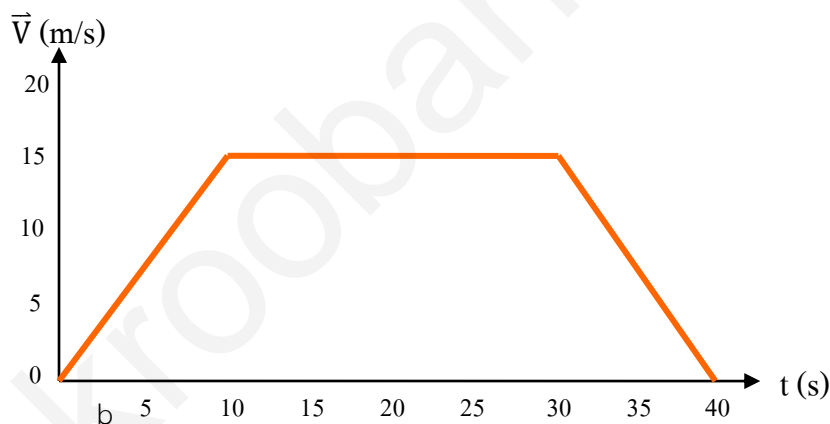
วิธีคิด

จากสมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} = \frac{5 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = \frac{5 \text{ kg.m/s}^2}{2 \text{ kg}} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ วัตถุมีค่าความเร่ง 2.5 เมตรต่อวินาที²

2. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (\vec{V}) กับเวลา (t) ของวัตถุชนิดหนึ่ง
จงตอบคำถามต่อไปนี้



2.1 ช่วงเวลาใดที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง และมีค่าความเร่งเท่าใด

วิธีคิด ช่วงเวลาตั้งแต่ 0 – 10 วินาที วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง และมีค่าความเร่ง ดังนี้

$$\vec{a} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t} = \frac{15 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 1.5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ ช่วงเวลาตั้งแต่ 0 - 10 วินาที วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1.5 เมตรต่อวินาที²

2.2 ช่วงเวลาใดที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

วิธีคิด ช่วงเวลาตั้งแต่ 10 - 30 วินาที วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ เพราะความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง

ตอบ ช่วงเวลาตั้งแต่ 10 - 30 วินาที วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

2.3 ช่วงเวลาใดที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง และมีค่าความหน่วงเท่าใด

วิธีคิด ช่วงเวลาตั้งแต่ 30 - 40 วินาที วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง และมีค่าความหน่วง ดังนี้

$$\vec{a} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t} = \frac{0 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -1.5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ ช่วงเวลาตั้งแต่ 30 - 40 วินาที วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง 1.5 เมตรต่อวินาที²

3. รถยนต์เคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 3 เมตรต่อวินาที² เวลาผ่านไป 30 วินาที

รถยนต์จะมีความเร็วเป็นเท่าใด



วิธีคิด

จากสมการ

$$\vec{a} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t}$$

$$3 \text{ m/s}^2 = \frac{\vec{V}_2 - 0 \text{ m/s}}{30 \text{ s}}$$

$$\vec{V}_2 = 3 \text{ m/s}^2 \times 30 \text{ s}$$

$$\vec{V}_2 = 90 \text{ m/s}$$

ตอบ รถคันนี้จะมีความเร็ว 90 เมตร/วินาที

4. ถ้าโยนก้อนหินขึ้นฟ้า ก้อนหินไปถึงจุดสูงสุดใช้เวลา 5 วินาที เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ จงหาความเร็วต้นในการเคลื่อนที่ของก้อนหิน

กำหนดให้ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ 10 เมตรต่อวินาที²

วิธีคิด จากโจทย์ที่กำหนดให้

- ก้อนหินไปถึงจุดสูงสุด ดังนั้น $\vec{V}_2 = 0 \text{ m/s}$

- ก้อนหินไปถึงจุดสูงสุดใช้เวลา 5 วินาที ดังนั้น $t = 5 \text{ s}$

- การโยนก้อนหินขึ้นฟ้า ทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นทิศตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้น $g = -10 \text{ m/s}^2$

$$\text{จากสมการ } -g = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$$

$$(-gt) - \vec{v}_2 = -\vec{v}_1$$

$$\text{หรือ } -\vec{v}_1 = (-10 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ s}) - 0 \text{ m/s}$$

$$-\vec{v}_1 = -50 \text{ m/s}$$

-1 คูณทั้งสองฝั่งจะได้

$$\vec{v}_1 = 50 \text{ m/s}$$

ตอบ ความเร็วต้นในการเคลื่อนที่ของก้อนหิน 50 เมตรต่อวินาที

5. มะพร้าวลูกหนึ่งตกลงจากต้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ขณะตกกระทบพื้นมีความเร็ว 70 เมตรต่อวินาที หากไม่คิดแรงต้านของอากาศ มะพร้าวลูกนี้ใช้เวลากี่วินาทีจึงจะตกถึงพื้น

กำหนดให้ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ $10 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$

วิธีคิด จากโจทย์ที่กำหนดให้

- มะพร้าวลูกหนึ่งตกลงจากต้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก

$$\text{ดังนั้น } \vec{v}_1 = 0 \text{ m/s}$$

- มะพร้าวลูกหนึ่งขณะตกกระทบพื้น มีความเร็ว 70 เมตรต่อวินาที

$$\text{ดังนั้น } \vec{v}_2 = 70 \text{ m/s}$$

- มะพร้าวตกในแนวตั้งซึ่งเป็นทิศเดียวกับแรงโน้มถ่วงของโลก

$$\text{ดังนั้น } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{จากสมการ } g = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$$

$$t = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{g}$$

$$t = \frac{70 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$t = 7 \text{ s}$$

ตอบ มะพร้าวลูกนี้ใช้เวลา 7 วินาที จึงจะตกถึงพื้น

3. ขั้นตอนิบายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหาคำตอบใบงานที่ 1.1 ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
เกณฑ์การประเมิน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา				
2	วิธีการนำเสนอผลงาน				
3	การมีส่วนร่วมของสมาชิก				
รวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 – 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

4. ขันขยายความเข้าใจ

สมมติฐานการทดลอง

ถ้าวัตถุใด ๆ ที่ตกลงพื้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เคลื่อนที่ลงสู่พื้นด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นแถบกระดาษของดงุทรายที่ตกอย่างอิสระ จะมีระยะห่างระหว่างช่วงจุดห่างกันมากขึ้นเรื่อย ๆ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

1 ช่วงจุดที่	ระยะทาง ใน 1 ช่วงจุด (cm)	เวลา 1 ช่วงจุด	ค่าของความเร็วเฉลี่ยใน 1 ช่วงจุด (m/s)
1 กับ 2	1.51 cm	1/50	0.755 m/s
2 กับ 3	1.91 cm	1/50	0.955 m/s
3 กับ 4	2.31 cm	1/50	1.155 m/s
4 กับ 5	2.69 cm	1/50	1.345 m/s
5 กับ 6	3.07 cm	1/50	1.535 m/s

คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อปล่อยตุ้มน้ำให้ตกอย่างอิสระ ระยะห่างระหว่างช่วงจุดแต่ละช่วงเท่ากันหรือไม่
อย่างไร

ตอบ ระยะห่างระหว่างช่วงจุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษจะห่างกันมากขึ้นเรื่อย ๆ

2. ความเร็วเฉลี่ยในแต่ละช่วงจุดเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ความเร็วเฉลี่ยในแต่ละช่วงจุดจะไม่เท่ากัน ความเร็วเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

3. ความเร่งเฉลี่ยของการตกอย่างอิสระของตุ้มน้ำมีค่าเท่าใด

ตอบ ความเร่งเฉลี่ยประมาณ 9.8 เมตรต่อวินาที²

4. สรุปผลการทดลอง

ตอบ ตุ้มน้ำที่ตกลงพื้นอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก จะเคลื่อนที่ลงสู่พื้นด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น สังเกตได้จากระยะห่างระหว่างช่วงจุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษจะห่างกันมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อคำนวณหาความเร่งเฉลี่ยจากแถบกระดาษ พบว่า ความเร่งเฉลี่ยมีค่าประมาณ 9.8 m/s²

5. ขั้นตรวจสอบผล

นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 รถยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อีก 5 วินาทีต่อมา รถยนต์เคลื่อนที่ในทิศทางเดิมด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลา 5 วินาที มีค่าเป็นกี่เมตรต่อวินาที²

ตอบ - 0.4 เมตรต่อวินาที²

5.2 วัตถุตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

ตอบ 9.8 เมตรต่อวินาที² หรือประมาณ 10 เมตรต่อวินาที²

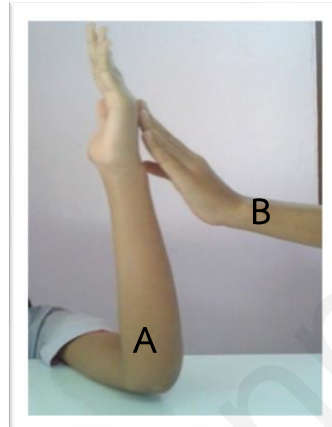


เจตยกิจกรรมที่ 2

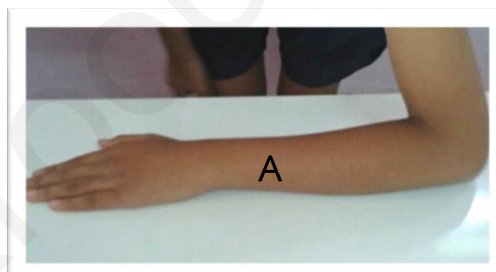
1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

นักเรียนจับคู่กันแล้วปฏิบัติ ดังนี้

1.1 นักเรียน A วางศอกไว้บนโต๊ะ ตั้งแขนให้ตรง นักเรียน B ออกแรงผลักมือของนักเรียน A ดังภาพ



1.2 นักเรียน B สามารถผลักได้ 1 ครั้ง และต้องทำให้มือของนักเรียน A วางราบกับโต๊ะให้ได้ ดังภาพ



จากการทำกิจกรรม เมื่อเพื่อนออกแรงผลัก นักเรียนต้องทำอะไร เพื่อให้แขนของตัวเองตั้งอยู่ได้ และเกี่ยวข้องกับแรงชนิดใด ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย

แนวคำตอบ

- เกรงแขนเพื่อต้านแรงกระทำ
- ออกแรงต้านกลับ
- แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

หรือคำตอบอื่น ๆ ที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น ซึ่งขั้นนี้การตอบคำถามยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

ใบงานที่ 2.1

1. ให้นักเรียนปฏิบัติตามภาพ แล้วระบุแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น พร้อมอธิบายเหตุผล

1. นอนกอดตัว



แรงกิริยา คือ แรงที่หลังกระทำต่อพื้น

แรงปฏิกิริยา คือ แรงที่พื้นต้านแรงกระทำของหลัง

2. ยกจานอาหาร



แรงกิริยา คือ แรงที่เกิดจากน้ำหนักของจานอาหารกระทำต่อมือ

แรงปฏิกิริยา คือ แรงที่มือต้านน้ำหนักของจานอาหาร

3. วิ่ง



แรงกิริยา คือ แรงที่เท้ากระทำต่อพื้น

แรงปฏิกิริยา คือ แรงที่พื้นต้านแรงของเท้า

4. โยนลูกบอลลงห่วง



แรงปฏิกิริยา คือ แรงที่ดันลูก
บาสเกตบอลให้กระดอนขึ้นจากพื้น

แรงกิริยา คือ แรงที่มีมือ
ผลักลูกบาสเกตบอล

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

✓ 2.1 เอาเชือกผูกลูกตุ้มแขวนไว้บนเพดาน แรงกิริยา คือ แรงที่ลูกตุ้มดึงเชือก
แรงปฏิกิริยา คือ แรงที่เชือกต้านแรงดึงของลูกตุ้ม

✓ 2.2 แรงดันอากาศจะดันให้น้ำพุ่งออกจากจรวดขวดน้ำ ซึ่งแรงกิริยาที่อากาศภายในขวดกระทำต่อน้ำ ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่น้ำดันให้จรวดขวดน้ำลอยขึ้นไปได้

✓ 2.3 นิคกำลังปอกมะม่วง แรงที่ปอกมะม่วง คือ แรงกิริยา แรงที่ผิวมะม่วงต้านแรงปอกมะม่วง คือ แรงปฏิกิริยา

✕ 2.4 ไฟาไสนำผ้าห่มไปตากบนราวตากผ้า แรงที่ราวตากผ้าต้านน้ำหนักของผ้าห่ม คือ แรงกิริยา แรงที่เกิดจากน้ำหนักของผ้าห่มกระทำต่อราวตากผ้า คือ แรงปฏิกิริยา

ข้อความที่ถูกต้อง

ไฟาไสนำผ้าห่มไปตากบนราวตากผ้า แรงที่เกิดจากน้ำหนักของผ้าห่มกระทำต่อราวตากผ้า คือ แรงกิริยา แรงที่ราวตากผ้าต้านน้ำหนักของผ้าห่ม คือ แรงปฏิกิริยา

✕ 2.5 สมชายเตะลูกวอลเลย์บอลลงพื้น แรงที่ดันลูกวอลเลย์บอลให้กระดอนขึ้นมา คือ แรงกิริยา แรงเตะลูกวอลเลย์บอล คือ แรงปฏิกิริยา

ข้อความที่ถูกต้อง

สมชายเตะลูกวอลเลย์บอลลงพื้น แรงเตะลูกวอลเลย์บอล คือ แรงกิริยา แรงที่ดันลูกวอลเลย์บอลให้กระดอนขึ้นมามีชื่อ แรงปฏิกิริยา

3. ขั้นตอนิบายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบใบงานที่ 2.1 โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
เกณฑ์การประเมิน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา				
2	วิธีการนำเสนอผลงาน				
3	การมีส่วนร่วมของสมาชิก				
รวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 – 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

4. ขันขยายความเข้าใจ

สมมติฐานการทดลอง

เมื่อมีแรงกระทำต่อเครื่องซึ่งสปริง เครื่องซึ่งสปริงอีกเครื่องที่ต่อเข้าด้วยกัน จะออกแรงต้านในทิศทางตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองจะขนาดเท่ากัน และเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	เมื่อออกแรงดึงเครื่องชั่งอีกเครื่อง		
	5 นิวตัน	8 นิวตัน	10 นิวตัน
เครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 อยู่กับที่	5 นิวตัน	8 นิวตัน	10 นิวตัน
เครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 อยู่กับที่	5 นิวตัน	8 นิวตัน	10 นิวตัน

คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

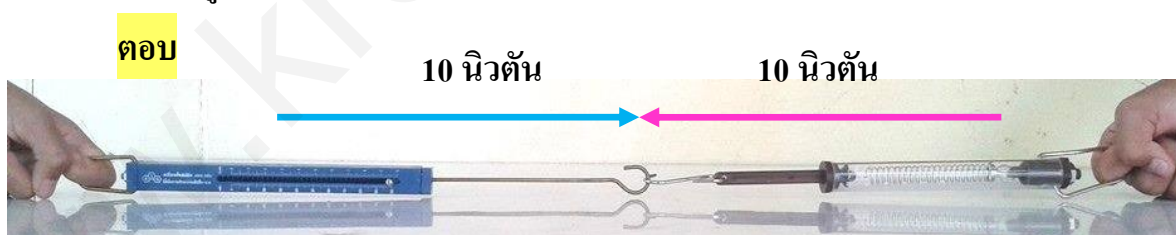
1. เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 เปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 ก็จะเพิ่มขึ้นและมีขนาดเท่ากับแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 แต่มีทิศทางตรงกันข้าม

2. เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 เปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 1 ก็จะเพิ่มขึ้นและมีขนาดเท่ากับแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเครื่องที่ 2 แต่มีทิศทางตรงกันข้าม

3. จากข้อมูลในข้อที่ 2 เวกเตอร์ของแรงที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร



4. สรุปผลการทดลอง

เมื่อมีแรงกระทำต่อเครื่องชั่งสปริง หรือ แรงกิริยา เครื่องชั่งสปริงอีกเครื่องที่ต่อเข้าด้วยกันจะออกแรงต้านในทิศทางตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ หรือ แรงปฏิกิริยา แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา จะมีขนาดเท่ากัน เกิดในทิศตรงข้ามกัน และเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ

5. ตรวจสอบผล

ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 จากรูป ให้นักเรียนช่วยกันอธิบายแรงกิริยา แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการแข่งขันชักเย่อ



ที่มา : <http://www.g.hope.dek.cc/wp-content/uploads/2011/11/tug-of-war.jpg>

ตอบ การแข่งขันชักเย่อทั้งสองทีมจะออกแรงดึงเชือก เพื่อให้ฝ้ายสีแดงของทีมคู่แข่งที่ผูกไว้บนเชือกเคลื่อนที่มายังเขตของตนตรงเส้นที่กำหนดไว้ จะถือว่าเป็นฝ่ายชนะ แรงดึงเชือกของทั้งสองทีมจึงถือเป็นแรงกิริยา และในขณะเดียวกันแรงดึงเชือกของทั้งสองทีมก็ถือเป็นแรงปฏิกิริยาเช่นกัน เพราะเป็นแรงต้านแรงดึงเชือกของทีมคู่แข่ง

ทีมไหนที่ออกแรงกิริยามากกว่าแรงปฏิกิริยาของทีมคู่แข่ง ทีมนั้นจะสามารถดึงฝ้ายสีแดงของทีมคู่แข่งเคลื่อนที่มายังเขตของตนตรงเส้นที่กำหนดไว้ และถือเป็นฝ่ายชนะ

5.2 ความรู้ เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

ตอบ ความรู้ เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา สามารถนำไปประยุกต์เพื่อให้วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การเคลื่อนที่ด้วยแรงกิริยา คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ เพื่อเปลี่ยนแปลงสภาพเดิมของวัตถุ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยแรงกระทำต่อวัตถุโดยตรงหรือวัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับทิศของแรงกระทำต่อวัตถุ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกธนู การขว้างก้อนหิน ลูกกระสุน การผลักวัตถุต่าง ๆ เป็นต้น

2. การเคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยา คือ แรงที่วัตถุกระทำตอบโต้แรงกิริยาในทิศตรงข้ามเป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะที่แรงขับเคลื่อนไปข้างหลัง แล้วมีแรงปฏิกิริยาดันวัตถุให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า เช่น การเคลื่อนที่ของเครื่องบินไอพ่น จรวด บั้งไฟ เรือหางยาว เป็นต้น หรือคำตอบอื่น ๆ ที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน



เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน

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

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





ชื่อ-สกุล.....ชั้น..... เลขที่.....

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

คะแนนที่ได้.....คะแนน

บรรณานุกรม

ณัฐภัสสร เหล่าเนตร์และประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1.

กรุงเทพฯ : บริษัท ดับเบิลบี เพรส จำกัด, 2554.

ณัฐภัสสร เหล่าเนตร์และประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท พี.เอ็น.เค แอนด์ สกายพริ้นติงส์ จำกัด, 2554.

ประกิตเฒ่า ทมทิตชงค์. คู่มือ วิทยาศาสตร์ ม. 1-2-3. กรุงเทพฯ : บริษัท ฐานบัณฑิต จำกัด, 2554.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), 2554.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2554.

_____. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 3 : กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2554.

_____. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2 : กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2554.