ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยทั้งหมด 6 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

ชุดที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรงในแนวระดับ

ชุดที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรงในแนวดิ่ง

ชุดที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชุดที่ 6 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่** ประกอบด้วย

- คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู
- คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- สาระและมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/สาระสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- สื่อการเรียนรู้
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- ใบความรู้/ใบกิจกรรม
- แบบทดสอบหลังเรียน
- เฉลย

1. ครูศึกษาคำชี้แจงและเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ละเอียดครบถ้วนทุกเนื้อหา

2. ครูศึกษาองค์ประกอบและรูปแบบการจัดกิจกรรม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนประกอบแผนจัดการเรียนรู้

3. ครูศึกษาส่วนประกอบของใบกิจกรรม และกิจกรรมระหว่างเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนำไปใช้ประโยชน์

4. ครูจัดเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ครบตามจำนวนนักเรียน

5. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. นักเรียนอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 10 ข้อ

3. ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาจากใบความรู้ทุกครั้งก่อนลงมือทำใบกิจกรรม

4. ทำใบกิจกรรมที่ 1 – 5 อย่างตั้งใจและรอบคอบ เน้นความซื่อสัตย์

5. ตรวจคำตอบจากเฉลย

6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. ตรวจคำตอบของแบบทดสอบหลังเรียน

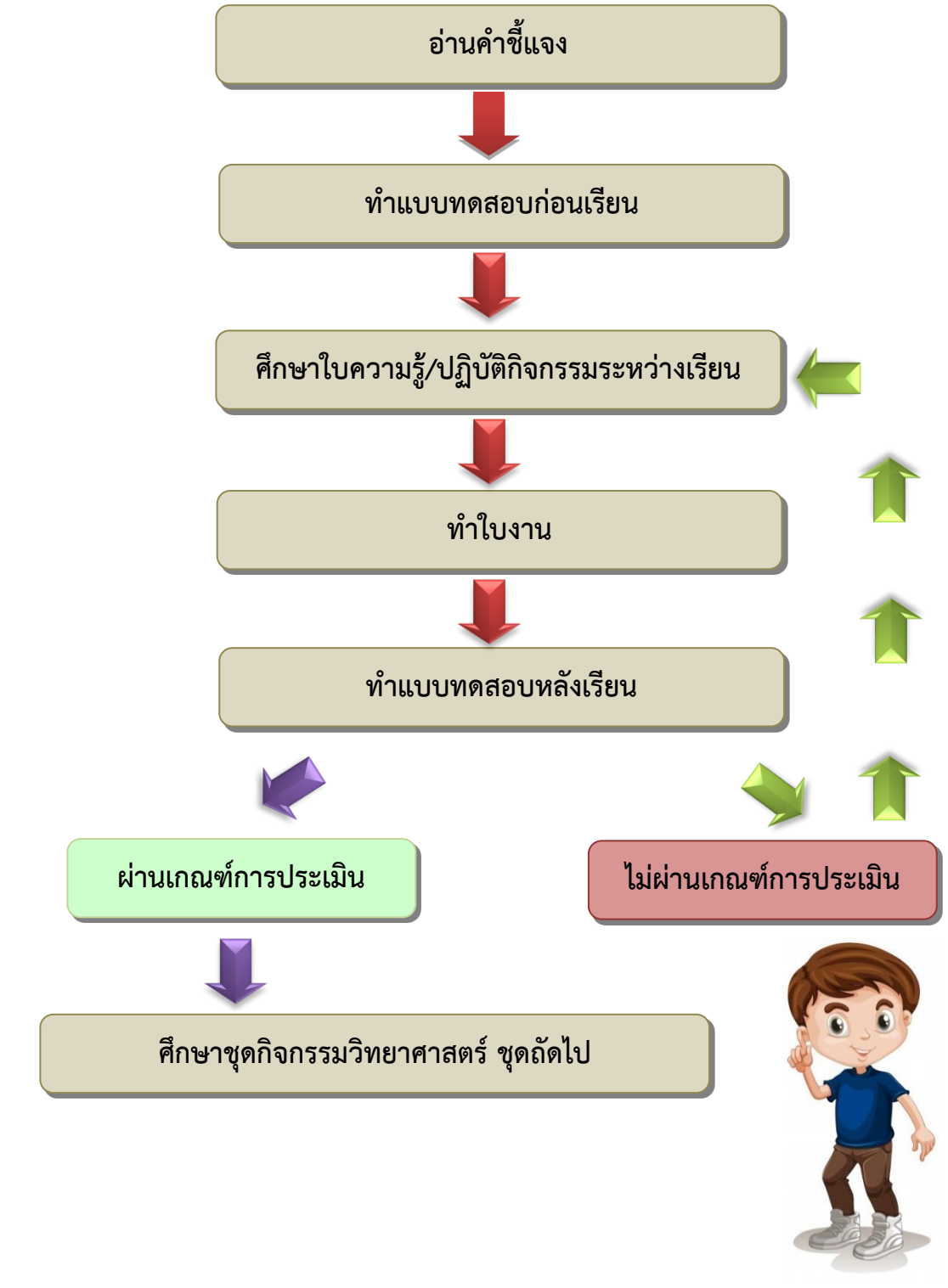
8. เมื่อเรียนจบในแต่ละเรื่อง บันทึกผลที่ได้ลงในแบบกรอกคะแนนเพื่อทราบผลการเรียนและการพัฒนา

9. เห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ มีค่านิยมที่ดีงาม ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

ลำดับขั้นตอนการใช้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่

ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่



สาระและมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด **ว 4.2 ม.4-6/1** อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

สาระสำคัญ **การเคลื่อนที่ (Motion)** หมายถึง กระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทางในการเปลี่ยนตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่ของวัตถุย่อมเกี่ยวข้องกับปริมาณต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร่ง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

1. ด้านความรู้ (Knowledge : K)

1.1 อธิบายความหมายของระยะทางและการกระจัดได้
1.2 บอกความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัดได้
1.3 อธิบายความหมายของอัตราเร็วและความเร็วได้
1.4 บอกความแตกต่างระหว่างอัตราเร็วและความเร็วได้
1.5 อธิบายความหมายของความเร่งได้
1.6 คำนวณหาความเร่งของวัตถุได้

2. ด้านกระบวนการ (Process : P)

2.1 คำนวณหาขนาดและทิศทางของระยะทางและการกระจัดได้
2.2 เพื่อทดลองหาอัตราความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ได้
2.3 กระบวนการทำงานกลุ่ม

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีวินัย
3.2 ใฝ่เรียนรู้
3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

4.1 ความสามารถในการคิด
4.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

สื่อการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

รายการสื่อการเรียนรู้ 12 รายการ

1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) ชุดที่ 1 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ระยะทางและการกระจัด
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายของระยะทางและการกระจัด
5. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด
6. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็ว
7. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การหาอัตราเร็วเฉลี่ย
8. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ความหมายของอัตราเร็วและความเร็ว
9. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การคำนวณหาอัตราเร็วและความเร็ว
10. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ความเร่ง
11. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ความเร่ง
12. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ชุดที่ 1 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

แบบทดสอบก่อนเรียน

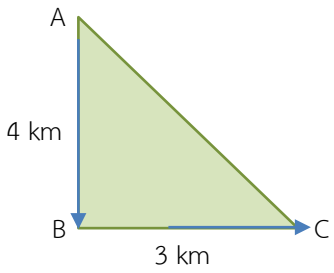
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่

ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

<u>คำชี้แจง</u>
1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ โดยเลือกตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดอธิบายความหมายของ (Motion) ได้ถูกต้องที่สุด
   - ก. แรงมีทิศทางและเวลา
   - ข. การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป
   - ค. ขบวนการที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแล้วหยุดโดยมีทิศทางและระยะทาง
   - ง. กระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง
2. ข้อแตกต่างของระยะทางกับการกระจัด คือ ข้อใด
   - ก. ระยะทาง และการกระจัดเป็นปริมาณสเกลาร์
   - ข. ระยะทาง และการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์
   - ค. ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์
   - ง. ระยะทางเป็นปริมาณเวกเตอร์ การกระจัดเป็นปริมาณสเกลาร์
3. สุพจน์เดินรอบสนามซึ่งมีรัศมี 400 เมตร โดยเขาเดินได้ 2 รอบ พอดี การกระจัดที่อนุชาเคลื่อนที่ได้เป็นเท่าใด
   - ก. 0 เมตร
   - ข. 14 เมตร
   - ค. 308 เมตร
   - ง. 924 เมตร

4. วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป C โดยผ่าน B ดังภาพ จงหาระยะทางและการกระจัดของการเคลื่อนที่ของวัตถุตามลำดับ



ก. 5 km, 7 km

ข. 7 km, 5 km

ค. 7 km, 9 km

ง. 9 km, 7 km

5. การเคลื่อนที่ในข้อใดที่ทำให้มีอัตราเร็วเท่ากับความเร็ว

1) การวิ่งทางตรงระยะทาง 50 เมตร

2) การวิ่งรอบสนามครบ 1 รอบ

3) การขับรถวนรอบอ่างเก็บน้ำรอบ

4) การว่ายน้ำจากขอบสระด้านหนึ่งไปยังขอบสระอีกด้านหนึ่ง

ก. ข้อ 1) เท่านั้น

ข. ข้อ 2) และ 3)

ค. ข้อ 1) และ 4)

ง. ถูกทุกข้อ

6. ความหมายของความเร่งข้อใดถูกต้อง

ก. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ข. การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา

ค. ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา

ง. ปริมาณที่วัดขนาดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย

7. รถบรรทุกนำน้ำมันจากโรงกลั่นไปส่งที่คลังน้ำมันซึ่งอยู่ห่างออกไป 54 กิโลเมตร ขาไปวิ่งด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขากลับวิ่งเส้นทางเดิม ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขาไปและขากลับใช้เวลาต่างกันกี่นาที

ก. 12 นาที

ข. 13 นาที

ค. 15 นาที

ง. 18 นาที

8. รถยนต์เคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาที มีความเร่งในการเคลื่อนที่ 2 เมตร/วินาที^{2} เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที รถยนต์คันนี้จะมีความเร็วเท่าใด
   ก. 20 เมตร/วินาที
   ข. 30 เมตร/วินาที
   ค. 40 เมตร/วินาที
   ง. 50 เมตร/วินาที
9. รถคันหนึ่งมีความเร็วเริ่มต้นถึงความเร็วสุดท้ายแตกต่างกัน 8 เมตร/วินาที ใช้เวลาต่างกัน 4 วินาที จงหาความเร่งของรถคันนี้
   ก. 1 เมตร/วินาที^{2}
   ข. 2 เมตร/วินาที^{2}
   ค. 3 เมตร/วินาที^{2}
   ง. 4 เมตร/วินาที^{2}
10. รถบรรทุก 2 คัน ออกจากโรงงานพร้อมกันเพื่อไปรับสินค้าที่ท่าเรือ โดยใช้เส้นทางเดียวกัน รถคันแรกวิ่งด้วยอัตราเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถคันที่สองวิ่งด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถคันที่สองถึงท่าเรือหลังรถคันแรก 1 ชั่วโมง ถามว่าท่าเรืออยู่ห่างจากโรงงานกี่กิโลเมตร
   ก. 200 กิโลเมตร
   ข. 240 กิโลเมตร
   ค. 260 กิโลเมตร
   ง. 280 กิโลเมตร

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่

ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ใบความรู้ที่ 1

ระยะทางและการกระจัด

ความหมายของการเคลื่อนที่ (Motion)

การเคลื่อนที่ หมายถึง กระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง

วัตถุเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ระยะที่วัดได้จริงตามการเคลื่อนที่ของวัตถุกับระยะที่วัดได้ในแนวตรงจากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย อาจจะมีขนาดเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้

ในการเปลี่ยนตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่ของวัตถุย่อมเกี่ยวข้องกับปริมาณต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร่ง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เราจะมาเรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่กันนะคะ

ความหมายระยะทาง (Distance)

ระยะทาง คือ ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริงตามเส้นทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ของวัตถุ การวัดความยาวของระยะทางระหว่างตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ ตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมด ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ คือ มีแต่ขนาดอย่างเดียว มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์ S

ตัวอย่าง

ภาพที่ 1 ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริง

ที่มา https://www.youtube.com/watch?v=TVXQK74yUNI

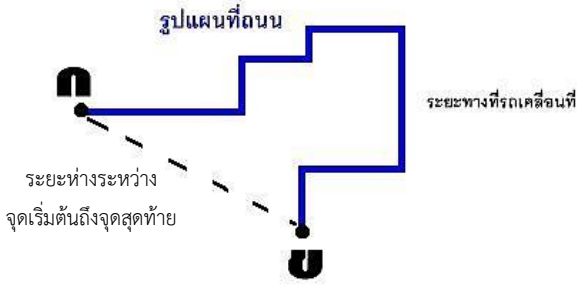
การกระจัด (displacement)

การกระจัด หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จากตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงตำแหน่งสุดท้าย อาจมีขนาดเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เนื่องจากระบุทั้งขนาดและทิศทาง หรืออาจกล่าวได้ว่า เส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็น เมตร (m) ใช้สัญลักษณ์ “$\vec{S}$” การกระจัดหาได้จากเส้นตรงที่เขียนหัวลูกศรกำกับ โดยลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย ของการเคลื่อนที่ของวัตถุความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของการกระจัด และทิศที่หัวลูกศรชี้จะแทนทิศ ของการกระจัด

ภาพที่ 3 รถเคลื่อนที่วัดระยะการกระจัด

ที่มา https://www.youtube.com/watch?v=TVXQK74yUNI

จะสรุปได้ว่า ระยะทางของการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุมี 2 ลักษณะ คือ ระยะทางเป็นระยะจริงของการเคลื่อนที่ ส่วนการกระจัดเป็นการเปลี่ยนตำแหน่ง จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย โดยไม่สนใจระยะทางระหว่างทาง

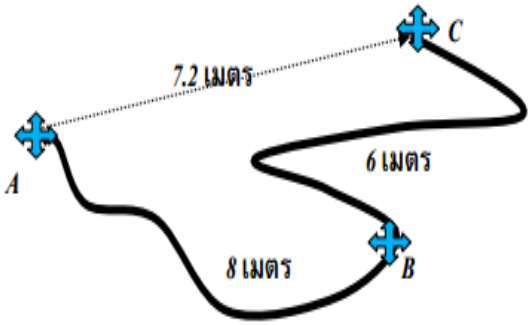


ภาพที่ 5 ระยะทางของการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุมี 2 ลักษณะ
ที่มา http://web.ku.ac.th/schoolnet

ความสัมพันธ์ของระยะทางและการกระจัด

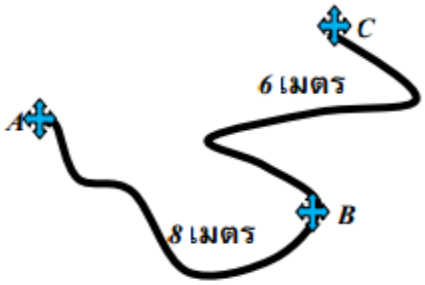
การเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งนั้น เส้นทางของการเคลื่อนที่อาจเป็นเส้นตรง หรือไม่เป็นเส้นตรงก็ได้ ขึ้นอยู่กับทิศทาง

ดังนั้นในการบอกระยะทางของการเคลื่อนที่เราจึงบอกได้ 2 ความหมาย คือ ระยะทางและการกระจัด



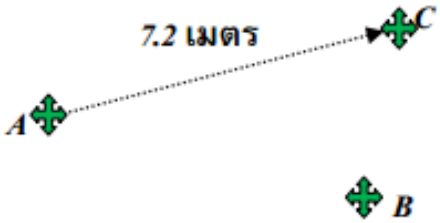
ภาพที่ 6 การเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง
ที่มา http://www.satriwit3.ac.th

ถ้านำวัตถุมาวางไว้ที่ตำแหน่ง A แล้วเคลื่อนวัตถุไปที่ตำแหน่ง B และ C ตามลำดับ โดยพิจารณาจากภาพ ประกอบ ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B และ จาก B ไป C จะมีความยาวรวม คือ 14 เมตร ระยะนี้เป็นระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริงตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกระยะที่เคลื่อนที่ได้นี้ว่า **ระยะทาง (Distance, S)** เป็นปริมาณ สเกลาร์ บอกเฉพาะขนาด ก็ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพที่ 7 ระยะทาง

ที่มา http://www.satriwit3.ac.th



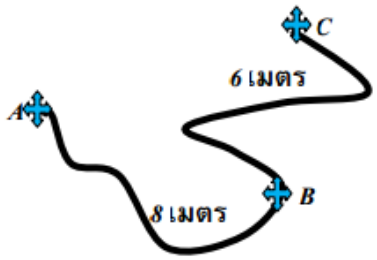
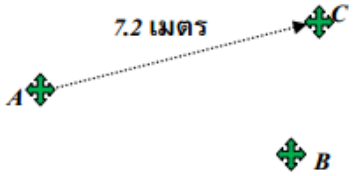
ภาพที่ 8 การกระจัด

ที่มา http://www.satriwit3.ac.th

หากวัดระยะระหว่างตำแหน่ง A และตำแหน่ง C คือ 7.2 เมตร ระยะนี้เป็นระยะห่างระหว่างตำแหน่งจุดเริ่มต้นการเคลื่อนที่ของวัตถุกับ ระยะสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยมีทิศมาที่ตำแหน่งสุดท้าย เรียกระยะและทิศที่ได้นี้ว่า **การกระจัด (Displacement, S)** เป็นปริมาณเวกเตอร์จะต้องบอกทั้งขนาด และทิศทางจึงจะได้ใจความสมบูรณ์

การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นผลมาจากการที่มีแรงไปกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพโดยเปลี่ยนตำแหน่งจากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 2 โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจะทำให้เกิดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นขบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไปโดยมีทิศทาง และระยะทาง ลักษณะทางการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงเป็นการเคลื่อนที่ที่ง่ายที่สุด

ตารางเปรียบเทียบระหว่างระยะทางกับการกระจัด

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระยะทางกับการกระจัด	
ระยะทาง (Distance, $\mathbf{S}$)	**การกระจัด (Displacement, $\vec{S}$)**
	
ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริงตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ	ระยะห่างระหว่างตำแหน่งจุดเริ่มต้นการเคลื่อนที่ของวัตถุกับ ระยะสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ปริมาณเสกลาร์	ปริมาณเวกเตอร์
มีค่าเป็นบวกเสมอ	มีค่าได้ทั้งบวกและลบ
ใช้สัญลักษณ์ $\mathbf{S}$	ใช้สัญลักษณ์ $\vec{S}$

สรุปความสัมพันธ์ของระยะทางและการกระจัด

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง **การกระจัดเท่ากับระยะทาง**

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งไปมา **การกระจัดจะน้อยกว่าระยะทาง**

วัตถุที่เคลื่อนที่ไปแล้วกลับมาที่จุดเดิม **การกระจัดเท่ากับศูนย์**

ตัวอย่างการคำนวณหาระยะทางและการกระจัด

ตัวอย่างที่ 1 ชายคนหนึ่งเดินเข้าไปในป่าทางทิศตะวันออก วัดได้ระยะทาง 5 กิโลเมตรจากนั้น เดินย้อนกลับมาทางทิศตะวันตก เป็นระยะทาง 2 กิโลเมตร จงหาระยะทางและการกระจัดของชายคนนี้

วิธีทำ **ระยะทางที่ชายคนหนึ่งเดิน (S)**

$$S = 5\ km + 2\ km$$
$$= 7\ km$$

ดังนั้น ระยะทางที่ชายคนหนึ่งเดินเท่ากับ 7 กิโลเมตร

การกระจัดที่ชายคนหนึ่งเดิน ($\vec{S}$)

$$\vec{S} = 5\ km - 2\ km$$
$$= 3\ km$$

ดังนั้น การกระจัดที่ชายคนหนึ่งเดินเท่ากับ 3 กิโลเมตร และมีทิศไปทางทิศตะวันออก

ตัวอย่างที่ 2 สมใจขับรถไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 12 กิโลเมตร แล้วหยุดพักซื้อของฝากที่ร้านค้า จากนั้นเขาขับรถต่อไปทางทิศตะวันออกอีกเป็นระยะทาง 5 กิโลเมตร ก็ถึงจุดหมายปลายทาง จงหาระยะทางและการกระจัดของสมใจ

วิธีทำ **ระยะทางของสมใจ (S)**

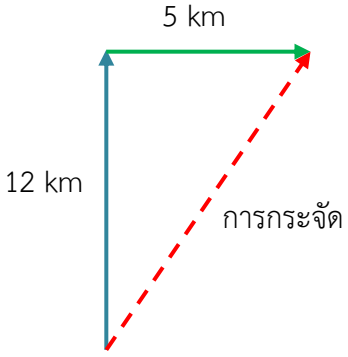
$$S = 12\ km + 5\ km$$
$$= 17\ km$$

ดังนั้น ระยะทางของสมใจ เท่ากับ 17 กิโลเมตร

การกระจัดของสมใจ ($\vec{S}$)

จากทฤษฎีพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$$
$$= \sqrt{12^2 + 5^2}$$
$$= \sqrt{144 + 25}$$
$$= \sqrt{169} = 13$$



ทิศของการกระจัด $\tan\theta = \frac{BC}{AB}$

$\tan\theta = \frac{5}{12}$

$\tan 23^\circ = \frac{5}{12}$

ดังนั้น $\theta = 23^\circ$

ตอบ การกระจัดของบัญชา เท่ากับ 13 กิโลกรัม และมีทิศทำมุม 23 องศากับแนวดิ่ง

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1
เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด

ชื่อกลุ่ม .....

สมาชิก 1. ..... เลขที่ .....

2. ..... เลขที่ .....

3. ..... เลขที่ .....

4. ..... เลขที่ .....

5. ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งตามเกณฑ์ความสามารถของนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วศึกษาจุดประสงค์ ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ ทำกิจกรรมตามขั้นตอน บันทึกผล และตอบคำถามท้ายกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง

จุดประสงค์

คำนวณหาขนาดและทิศทางของระยะทางและการกระจัดได้

วัสดุ/อุปกรณ์การทดลอง

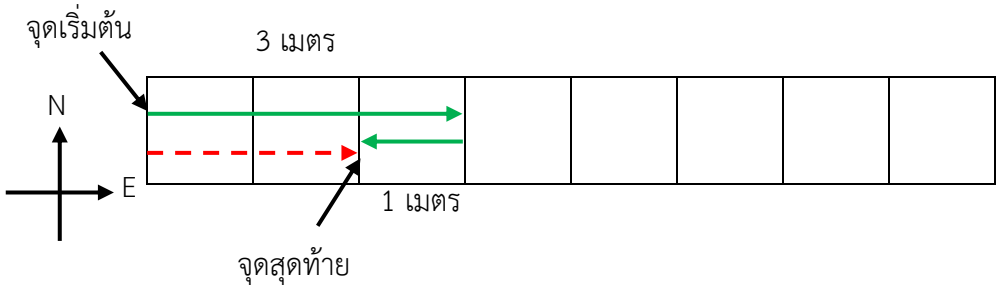
ตารางบันทึกผล

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนเดินบนแผ่นกระเบื้องไปตามระยะที่กำหนดให้ บันทึกผลในตารางบันทึกผล แล้วเติมขนาดของระยะทาง และการกระจัด

ตัวอย่าง

นักเรียนเดินไปทางทิศตะวันออก 3 เมตร (เดินบนแผ่นกระเบื้อง 3 แผ่น)
และเดินกลับมาทางทิศตะวันตก 1 เมตร (เดินบนแผ่นกระเบื้อง 1 แผ่น)



จะได้ ระยะทางทั้งหมดเท่ากับ 3 m + 1 m = 4 m
การกระจัดเท่ากับ 3 m - 1 m = 2 m มีทิศทางไปทางทิศตะวันออก

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เดินครั้งที่ 1	เดินครั้งที่ 2	เดินครั้งที่ 3	ระยะทาง (เมตร)	การกระจัด	
				ขนาด	ทิศทาง
ไปทางทิศเหนือ 3 เมตร	ไปทางทิศใต้ 4 เมตร	ไปทางทิศเหนือ 2 เมตร			
ไปทางทิศใต้ 5 เมตร	ไปทางทิศใต้ 4 เมตร	ไปทางทิศเหนือ 1 เมตร			
ไปทางทิศตะวันออก 3 เมตร	ไปทางทิศตะวันตก 4 เมตร	ไปทางทิศตะวันออก 1 เมตร			
ไปทางทิศตะวันตก 2 เมตร	ไปทางทิศตะวันตก 1 เมตร	ไปทางทิศตะวันออก 2 เมตร			
ไปทางทิศตะวันตก 3 เมตร	ไปทางทิศตะวันออก 1 เมตร	ไปทางทิศตะวันตก 3 เมตร			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การคำนวณหาระยะทางและการกระจัดหาได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. จงบอกวิธีการทำให้ระยะทางและการกระจัดจะมีขนาดเท่ากัน

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1
ระยะทางและการกระจัด

จุดประสงค์ อธิบายความหมายของระยะทางและการกระจัดได้

คำชี้แจง ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. การเคลื่อนที่ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

2. การเคลื่อนที่ของวัตถุเกี่ยวข้องกับปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. ระยะทาง หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

4. การกระจัด หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

5. จงอธิบายความสัมพันธ์ของระยะทางและการกระจัด

.....

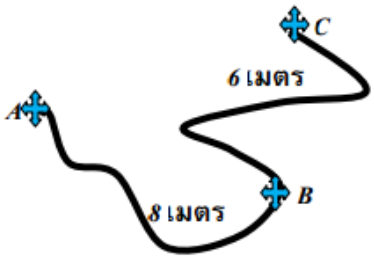
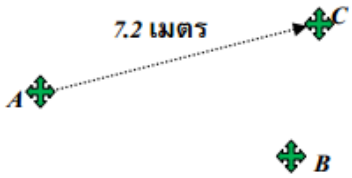
.....

.....

.....

จุดประสงค์ บอกความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัดได้

คำชี้แจง ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระยะทางกับการกระจัด		
ภาพ		
ลักษณะ		
ความหมาย		
ปริมาณทางฟิสิกส์		
ผลลัพธ์		
ใช้สัญลักษณ์		

ใบกิจกรรมที่ 2
การคำนวณระยะทางและการกระจัด

จุดประสงค์

1. คำนวณหาขนาดและทิศทางของระยะทางและการกระจัดได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. วิชัยเดินไปทางทิศตะวันออก 300 เมตร แล้วเดินกลับทางเดิม 150 เมตร ไปทางทิศตะวันตก (2 คะแนน)

1.1 ระยะทางทั้งหมดที่ผู้ชายคนนั้นเดินคิดได้เป็นเท่าใด.....

1.2 การกระจัดของการเคลื่อนที่เป็นเท่าใด และมีทิศใด.....

.....

2. จงหาการกระจัดจากจุดเริ่มต้นในกรณีต่อไปนี้ (2 คะแนน)

ก. เดินไปทางทิศใต้ 15 เมตร แล้วย้อนกลับขึ้นมาทางทิศเหนือ 6 เมตร

ข. เดินทางไปทางทิศตะวันออก 20 เมตร แล้วเดินไปในทิศเดิมอีก 12 เมตร

ค. เดินไปทางทิศตะวันตก 8 เมตร แล้วย้อนกลับมาทางทิศตะวันออก 10 เมตร

การกระจัด ก. = ... เมตร ทางทิศ .....

การกระจัด ข. = ... เมตร ทางทิศ .....

การกระจัด ค. = ... เมตร ทางทิศ .....

3. อารีขับรถจากบ้านไปตลาดทางทิศตะวันออก วัดระยะทางได้ 15 กิโลเมตร จากนั้นขับย้อนกลับทางทิศตะวันตก เพื่อเติมน้ำมันเป็นระยะทาง 4 กิโลเมตร แล้วขับต่อมาอีก 2 กิโลเมตร เพื่อแวะซื้อของฝาก จงหาระยะทางและการกระจัด (3 คะแนน)

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

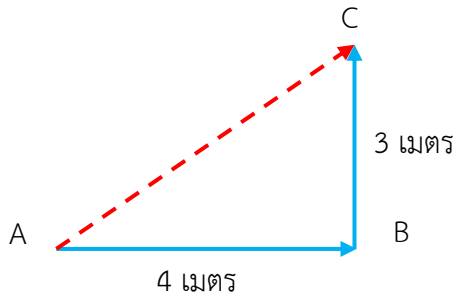
.....

.....

.....

.....

4. นายพรานเดินทางจากต้นไม้ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง A ไปยังต้นไม้อีกต้นหนึ่งซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง B และเดินทางต่อไปยังแม่น้ำที่ตำแหน่ง C ดังรูป จงหาระยะทางและการกระจัดของนายพรานจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง C (3 คะแนน)



วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 2

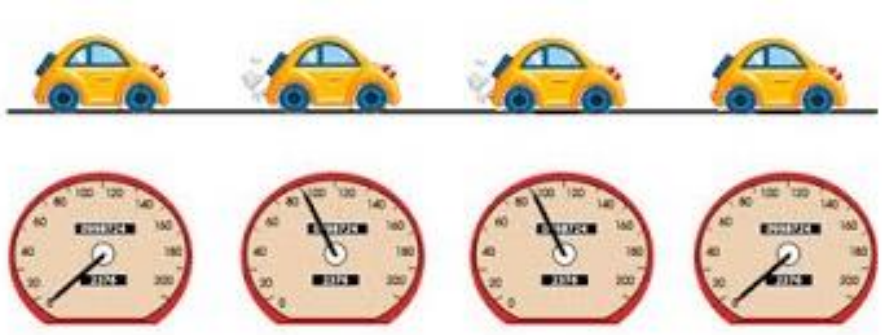
อัตราเร็วและความเร็ว

ในชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งมีหลายแบบการเคลื่อนที่แต่ละแบบมีทั้งช้าและเร็วแตกต่างกันไป เช่น การเดินจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การเคลื่อนที่ของรถยนต์ เครื่องบิน วัตถุที่ตกจากที่สูง เป็นต้น การที่เราจะทราบความเร็วหรือช้าของการเคลื่อนที่เราจะสามารถวัดได้ที่อัตราเร็วหรือความเร็วของวัตถุนั้น ๆ

ความหมายของอัตราเร็ว (Speed)

อัตราเร็ว (สัญลักษณ์ : **V**) คือ อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งก็ได้

อัตราเร็ว เป็นปริมาณสเกลาร์ที่มีมิติเป็นระยะทาง/เวลา ปริมาณเวกเตอร์ที่เทียบเท่ากับอัตราเร็วคือความเร็ว อัตราเร็ววัดในหน่วยเชิงกายภาพเดียวกับความเร็ว แต่อัตราเร็วไม่มีองค์ประกอบของทิศทางแบบที่ความเร็วมี อัตราเร็วจึงเป็นองค์ประกอบส่วนที่เป็นขนาดของความเร็ว



ภาพที่ 9 อัตราเร็ว

ที่มา https://sites.google.com/site/sci30113a59

ถ้านักเรียนพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถจะพบว่าอัตราเร็วของรถจะไม่เท่ากันตลอดระยะทางที่เคลื่อนที่ ดังนั้น เราจึงบอกอัตราเร็วของรถเป็นอัตราเร็วเฉลี่ย ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ กับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเฉลี่ย = มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

สำหรับอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือเป็นค่าอัตราเร็วของ การเคลื่อนที่ ณ เวลาที่เราพิจารณา เรียกว่า อัตราเร็วขณะหนึ่ง

ในขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ ได้ระยะทางและการกระจัดในเวลาเดียวกัน และต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดปริมาณสัมพันธ์ขึ้น ปริมาณดังกล่าวคือ อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณสเกลาร์ หน่วยในระบบเอสไอ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

การคำนวณหาอัตราเร็ว

อัตราเร็ว เป็นปริมาณสเกลาร์ หมายถึง อัตราส่วนระยะทางทั้งหมดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ต่อเวลาที่ใช้ ซึ่งอาจเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

อัตราเร็ว	มีหน่วยเป็น	เมตรต่อวินาที (m/s)
ระยะทาง	มีหน่วยเป็น	เมตร (m)
เวลาที่ใช้	มีหน่วยเป็น	วินาที (s)

* อัตราเร็วมีแต่ขนาด แต่ไม่มีทิศทาง

$$\text{สมการ} \quad v = \frac{s}{t}$$

เมื่อ v คือ อัตราเร็ว

s คือ ระยะทาง

t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยขนาดของอัตราเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ กล่าวได้ว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอหรือด้วยอัตราเร็วคงที่

ตัวอย่างที่ 4 วิชัยขับรถจาก จ. กรุงเทพฯ ไปถึง จ.ชัยนาท วัดระยะทางได้ 300 กิโลเมตร ใช้เวลาในการขับรถ 3 ชั่วโมง วิชัยขับรถด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ โจทย์กำหนด ระยะทาง (S) = 300 กิโลเมตร , เวลา (t) = 4 ชั่วโมง

โจทย์ต้องการหา อัตราเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง $V = \frac{s}{t}$

แทนค่า $V = \frac{300}{3}$

จะได้ $V = 100$ km/h

ตอบ วิชัยขับรถด้วนอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่งโมง

ตัวอย่างที่ 5 ดาวิกาว่ายน้ำในสระไป – กลับ วัดระยะทางได้ 200 เมตร ใช้เวลา 25 วินาที ดาวิกาว่ายน้ำด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ โจทย์กำหนด ระยะทาง (S) = 200 เมตร , เวลา (t) = 25 วินาที

โจทย์ต้องการหา อัตราเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง $V = \frac{s}{t}$

แทนค่า $V = \frac{200}{25}$

จะได้ $V = 8$ m/s

ตอบ ธิดาว่ายน้ำด้วยอัตราเร็ว 8 เมตรต่อวินาที

ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่บางครั้งวัตถุจะมีอัตราเร็วที่ไม่เท่ากันตลอดระยะทาง เช่น การขับรถยนต์ขณะที่ออกรถมีอัตราเร็วน้อย ต่อมามีอัตราเร็วมากขึ้น ต่อมาอาจจะมีอัตราเร็วลดลงแล้วมีอัตราเร็วมากขึ้นอีก จึงนิยมบอกอัตราเร็วเป็น **อัตราเร็วเฉลี่ย (Average speed)** อัตราเร็วเฉลี่ยหาได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$

$$\text{สมการ} \quad V_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

เมื่อ $V_{\text{เฉลี่ย}}$ คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

Δs คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่

Δt คือ เวลาที่ใช้

ตัวอย่างที่ 6 รถไฟฟ้าบีทีเอสเคลื่อนที่แนวตรงจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 ระยะทาง 820 เมตร ในเวลา 60 วินาที จากนั้นไปสถานีที่ 3 ระยะทาง 860 เมตร ใช้เวลา 80 วินาที รถไฟฟ้ามีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่าไร (จากสถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 3)

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนด ระยะทางสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 = 820 เมตร , เวลา = 60 วินาที
ระยะทางสถานีที่ 2 ไปสถานีที่ 3 = 860 เมตร , เวลา = 80 วินาที

โจทย์ต้องการหา อัตราเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง $V_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

แทนค่า $V = \frac{820+860}{60+80}$

$= \frac{1680}{140}$

จะได้ $V = 12$ m/s

<u>ตอบ</u> รถไฟฟ้ามีอัตราเร็วเฉลี่ย 12 เมตรต่อวินาที

ความหมายของความเร็ว (Velocity)

ความเร็ว (สัญลักษณ์ : $\vec{v}$) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งต่อหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) ในหน่วยเอสไอ ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งประกอบด้วยอัตราเร็วและทิศทาง

ภาพที่ 10 ความเร็ว

ที่มา https://pantip.com/topic/37181717

ความเร็วเป็นปริมาณพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นเพราะมนุษย์ต้องการที่จะวัดการกระจัดต่อหน่วยเวลา นั่นคือต้องการที่จะบอกว่าวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้ เร็วหรือช้าเพียงใด ในทางฟิสิกสนั้น คำว่าความเร็วแตกต่างจากอัตราเร็วโดยที่ความเร็วเป็นปริมาณ เวกเตอรความเร็วมีทั้งขนาดและทิศทาง ในขณะที่อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์

การคำนวณหาความเร็ว

ความเร็ว (Velocity) เป็นปริมาณเวกเตอร์ หมายถึง อัตราส่วนการกระจัดกับเวลาที่ใช้ สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$

ความเร็ว	มีหน่วยเป็น	เมตรต่อวินาที (m/s)
การกระจัด	มีหน่วยเป็น	เมตร (m)
เวลาที่ใช้	มีหน่วยเป็น	วินาที (s)

$$\text{สมการ} \quad \vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

เมื่อ $\vec{v}$ คือ ความเร็ว

$\vec{s}$ คือ การกระจัด

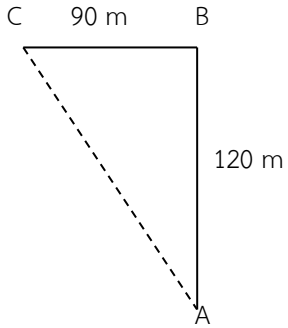
t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

* ความเร็วมีทั้งขนาด และทิศทาง

ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็ว

ตัวอย่างที่ 7 ดนัยวิ่งจากจุด A ไป จุด B วัดระยะทางได้ 120 เมตร แล้ววิ่งจากจุด B ไป จุด C วัดระยะทางได้ 90 เมตร ใช้เวลา 45 วินาที ดังภาพเส้นทางการวิ่ง ดนัยวิ่งจาก จุด A ไป จุด C ด้วยความเร็วเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนด จุด A ไป จุด B วัดระยะทางได้ 120 เมตร , จุด B ไป จุด C วัดระยะทางได้ 90 เมตร , ใช้เวลา 45 วินาที



โจทย์ต้องการหา ความเร็ว ($\mathbf{V}$)

สมการที่เกี่ยวข้อง ความเร็ว = $\frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาที่ใช้}}$

หรือ $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$

การกระจัด (AC) = $\sqrt{AB^2 + BC^2}$

= 150 m

เวลาที่ใช้ = 45 s

แทนค่า ความเร็ว = $\frac{150}{45}$

จะได้ $\vec{v}$ = 3.33 m/s

<u>ตอบ</u> ดนัยวิ่งจาก จุด A ไป จุด C ด้วยความเร็ว 3.33 เมตรต่อวินาที

ตัวอย่างที่ 8 พลอยใส่ว่ายน้ำในสระน้ำวัดระยะทางได้ 100 เมตร ใช้เวลา 25 วินาที พลอยใส่ว่ายน้ำไป-กลับด้วยความเร็วเท่าไร

วิธีทำ โจทย์กำหนด สระน้ำระยะทาง 100 เมตร, เมตร ใช้เวลา 25 วินาที

โจทย์ต้องการหา ความเร็ว ($\mathbf{V}$)

สมการที่เกี่ยวข้อง ความเร็ว = $\frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาที่ใช้}}$

หรือ $\vec{\mathbf{V}} = \frac{\vec{\mathbf{S}}}{\mathbf{t}}$

การกระจัด = 0 m

เวลาที่ใช้ = 25 + 25 = 50 s

แทนค่า ความเร็ว = $\frac{\mathbf{0}}{\mathbf{50}}$

จะได้ $\vec{\mathbf{V}}$ = 0 m/s

ตอบ พลอยใส่ว่ายน้ำไป-กลับด้วยความเร็ว 0 เมตรต่อวินาที

ความเร็วของวัตถุอาจเปลี่ยนแปลงตลอดกาลการเคลื่อนที่ จึงนิยมบอกความเร็วเป็น **ความเร็วเฉลี่ย**

ความเร็วเฉลี่ย คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัดต่อช่วงเวลา หาได้จากสมการ

ความเร็วเฉลี่ย = $\frac{\text{การกระจัดที่เกิดขึ้น}}{\text{ช่วงเวลาที่เกิดการกระจัด}}$

สมการ $\vec{V}_{เฉลี่ย} = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t}$

เมื่อ $\vec{V}_{เฉลี่ย}$ คือ ความเร็วเฉลี่ย

$\Delta\vec{s}$ คือ การกระจัดที่เกิดขึ้น

Δt คือ ช่วงเวลาที่เกิดการกระจัด

ตัวอย่างที่ 9 ณัฐวีขับรถจากบ้านไปตามถนนทางทิศตะวันตก เป็นระยะทาง 12 เมตร ใช้เวลา 130 วินาที แล้วเลี้ยวไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 9 เมตร ใช้เวลา 120 วินาที จึงถึงที่ทำงาน ณัฐวีขับรถด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนด ขับรถจากบ้านไปตามถนนทางทิศตะวันตก เป็นระยะทาง = 12 เมตร เวลา = 130 วินาที เลี้ยวไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 9 เมตร ใช้เวลา 120 วินาที

โจทย์ต้องการหา ความเร็วเฉลี่ย ($\vec{V}_{เฉลี่ย}$)

สมการที่เกี่ยวข้อง ความเร็วเฉลี่ย = $\frac{\text{การกระจัดที่เกิดขึ้น}}{\text{ช่วงเวลาที่เกิดการกระจัด}}$

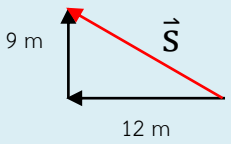
หรือ $\vec{V} = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t}$

แทนค่า $\vec{V} = \frac{15}{130+120}$

$\vec{V} = \frac{15}{225}$

จะได้ $\vec{V} = 0.06$ m/s

หาการกระจัดได้จาก



$\vec{S} = \sqrt{9^2 + 12^2}$

$= \sqrt{81 + 144}$

$= \sqrt{225}$

$\vec{S} = 15$

ตอบ ณัฐวีขับรถด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 เมตรต่อวินาที

อัตราเร็วเฉลี่ยหรือความเร็วเฉลี่ย เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วหลังจากมีการเคลื่อนที่ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ทั้งหมดในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 2
เรื่อง การหาอัตราเร็วเฉลี่ย

ชื่อกลุ่ม .....

สมาชิก 1. ..... เลขที่ .....

2. ..... เลขที่ .....

3. ..... เลขที่ .....

4. ..... เลขที่ .....

5. ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งตามเกณฑ์ความสามารถของนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วศึกษาจุดประสงค์ ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ ทำกิจกรรมตามขั้นตอน บันทึกผล และตอบคำถามท้ายกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง

จุดประสงค์

เพื่อทดลองหาอัตราความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ได้

วัสดุ/อุปกรณ์การทดลอง

1. ไม้เมตรหรือเครื่องมือวัดระยะทาง
2. เทปกาวหรือชอล์ก
3. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. ใช้ไม้เมตรหรือเครื่องมือวัดระยะทางวัดระยะ 10 เมตร แล้วใช้เทปกาวหรือชอล์กทำเครื่องหมายที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
2. ให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มผลัดกันเดินตามระยะทางที่จัดทำไว้ โดยให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มใช้นาฬิกาจับเวลาการเดินของสมาชิกแต่ละคน แล้วบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล
3. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนจากการเดินเป็นการวิ่ง เดินถอยหลัง และเดินเขย่งเท้าขาเดียว ตามลำดับ
4. คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยของการเดิน การวิ่ง การเดินถอยหลัง และการเดินเขย่งเท้าขาเดียวของกลุ่ม

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การเดิน

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

การวิ่ง

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

การเดินถอยหลัง

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

การเดินเขย่งเท้าขาเดียว

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3
อัตราเร็วและความเร็ว

จุดประสงค์ อธิบายความหมายของอัตราเร็วและความเร็วได้

คำชี้แจง ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. อัตราเร็ว หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

2. ความเร็ว หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

3. จงอธิบายสมการการคำนวณหาอัตราเร็ว

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงอธิบายสมการการคำนวณหาความเร็ว

.....

.....

.....

.....

.....

5. อัตราเร็วและความเร็วเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 4
การคำนวณหาอัตราเร็วและความเร็ว

จุดประสงค์ คำนวณหาอัตราเร็วและความเร็วได้

คำชี้แจง ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ดาวิกาวิ่งได้ระยะทาง 400 เมตร ใช้เวลา 25 วินาที ดาวิกาวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

2. ผึ้งตัวหนึ่งบินไปเป็นระยะทาง 10 เมตร ในเวลา 2 วินาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยของผึ้งตัวนี้

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

3. ชายคนหนึ่งเดินด้วยความเร็วคงที่ออกจากบ้านไปยังร้านกาแฟเป็นระยะทาง 30 เมตร ใช้เวลา 20 วินาที ชายคนนี้เดินด้วยความเร็วเท่าไร

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

4. ผึ้งตัวหนึ่งบินไปเป็นระยะทาง 10 เมตร และการกระจัด 8 เมตร ในเวลา 2 วินาที จงหาความเร็วเฉลี่ยของผึ้งตัวนี้

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

5. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งจากเมือง A ไปเมือง B ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 60 กิโลเมตร โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นวิ่งต่อไปยังเมือง C ที่อยู่ทางทิศตะวันตกเป็นระยะทาง 80 กิโลเมตร โดยใช้เวลาอีก 2 ชั่วโมง จงหาความเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทางครั้งนี้

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 3

ความเร่ง

ความเร่ง (Acceleration) สัญลักษณ์ : a คือ อัตราความเปลี่ยนแปลงในความเร็วของวัตถุขณะที่มันเคลื่อนที่ ถ้าหากวัตถุรักษาความเร็วไว้คงที่ มันจะไม่มีความเร่ง ความเร่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อความเร็วของวัตถุนั้นมีการเปลี่ยนแปลง หากวัตถุเปลี่ยนแปลงความเร็วในอัตราคงที่ วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ คุณสามารถคำนวณอัตราความเร่งที่มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ได้จากเวลาที่คุณใช้จากความเร็วหนึ่งไปถึงความเร็วอีกระดับหนึ่ง หรือจากมวลของวัตถุ

ความเร่ง (Acceleration) คือ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที^{2}

$$\text{ความเร่ง} = \frac{\text{ความเร็วที่เปลี่ยนไป}}{\text{ช่วงเวลาที่เปลี่ยนความเร็ว}}$$

$$\vec{a} = \frac{(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{t_2 - t_1}$$

เมื่อ $\vec{a}$ แทน ความเร่ง มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที^{2} (m/s^2)

$\vec{v}_1$ แทน ความเร็วเริ่มต้น มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

$\vec{v}_2$ แทน ความเร็วสุดท้าย มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)

t_1 แทน เวลาเริ่มต้น มีหน่วยเป็นวินาที (s)

t_2 แทน เวลาสุดท้าย มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ตัวอย่างการคำนวณหาความเร่ง

ตัวอย่างที่ 10 รถจักรยานยนต์เริ่มต้นเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง จนมีความเร็วเป็น 20 เมตร/วินาที ภายในเวลา 10 วินาที รถจักรยานยนต์คันนี้ มีความเร่งเป็นเท่าไร

วิธีทำ โจทย์กำหนด ความเร็วเริ่มต้น ($\vec{v}_1$) = 0 m/s ความเร็วสุดท้าย ($\vec{v}_2$) = 20 m/s
เวลา (t) = 10 s

โจทย์ต้องการหา ความเร่ง ($\vec{a}$)

สมการที่เกี่ยวข้อง $\vec{a} = \frac{(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{t_2 - t_1}$

$\vec{a} = \frac{(20 - 0)}{10 - 0}$

$\vec{a} = 2 \text{ m/s}^2$

ตอบ รถจักรยานยนต์คันนี้ มีความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที^{2} มีทิศทางคงเดิม (ทิศทางเดียวกับความเร็ว)

ตัวอย่างที่ 11 ชายคนหนึ่งขับรถออกจากไฟแดงด้วยความเร่ง 4 เมตร/วินาที^{2} อยากทราบว่าในเวลา 5 วินาทีต่อมารถจะมีความเร็วเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนด ความเร่ง ($\vec{a}$) = 4 เมตร/วินาที^{2}, เวลา (t) = 5 s

โจทย์ต้องการหา ความเร็ว ($\vec{a}$)

สมการที่เกี่ยวข้อง $\vec{a} = \frac{(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{t_2 - t_1}$

$4 = \frac{(\vec{v}_2 - 0)}{5}$

$\vec{v}_2 = 20 \text{ m/s}$

ตอบ รถจะมีความเร็วเท่ากับ 20 เมตร/วินาที

ตัวอย่างที่ 12 วัตถุหนึ่งเริ่มเคลื่อนที่ออกจากจุด ๆ หนึ่งในเวลา 10 วินาที ต่อมาวัดความเร็วของวัตถุได้ 16 เมตร/วินาที อยากทราบว่าวัตถุนี้มีความเร่งเฉลี่ยเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนด ความเร็วเริ่มต้น ($\vec{v}_1$) = 0 m/s ความเร็วสุดท้าย ($\vec{v}_2$) = 16 m/s, เวลา (t) = 10 s

โจทย์ต้องการหา ความเร็วเฉลี่ย ($\vec{a}$)

สมการที่เกี่ยวข้อง $\vec{a} = \frac{(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{t_2 - t_1}$

$\vec{a} = \frac{(16 - 0)}{10}$

$\vec{a} = 1.6 \text{ m/s}^2$

ตอบ วัตถุนี้มีความเร่งเฉลี่ยเท่ากับ 1.6 เมตร/วินาที^{2}

คำนิยามของความเร่งขณะหนึ่ง และความเร่งเฉลี่ย

- ความเร่งขณะหนึ่ง คือ ความเร่งในช่วงเวลาสั้นๆ
- ความเร่งเฉลี่ย คือ อัตราส่วนระหว่างความเร็วที่เปลี่ยนไปทั้งหมดกับช่วงเวลาที่เปลี่ยนความเร็วนั้น

ใบกิจกรรมที่ 5
ความเร่ง

จุดประสงค์ บอกความหมายของความเร่งได้

คำชี้แจง ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ความเร่ง คือ .....
   .....

2. ความเร่งเป็นปริมาณ .....

3. ความเร่งมีหน่วยเป็น .....

4. ความเร่งขณะหนึ่ง คือ .....

5. ความเร่งเฉลี่ย คือ .....
   .....
   .....

จุดประสงค์ คำนวณหาความเร่งได้

คำชี้แจง ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ในการเคลื่อนที่ของวัตถุอันหนึ่ง ทำให้ความเร็วเปลี่ยนแปลงจาก 40 เมตรต่อวินาที เป็น 80 เมตรต่อวินาที ซึ่งส่งผลให้วัตถุนี้ความเร่งเท่ากับ 10 เมตร/วินาที^{2} จะต้องใช้เวลาเท่าใด

ตอบ .....
.....

2. วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วต้น 10 เมตรต่อวินาที ได้ระยะทาง 200 เมตร ภายในเวลา 5 วินาที จงหาความเร่งของวัตถุนี้

ตอบ .....

.....

3. รถคันหนึ่งเคลื่อนที่บนถนนตรงจากหยุดนิ่ง จนกระทั่งมีความเร็วเป็น 25 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 10 วินาที ความเร่งของรถยนต์คันนี้มีค่าเท่าใด

ตอบ .....

.....

4. ถ้าวัตถุ A เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเริ่มต้น 5 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที วัตถุ A ยังเคลื่อนอยู่ในแนวเดิม โดยมีความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 20 เมตร/วินาที จงหาความเร่งของวัตถุ

ตอบ .....

.....

5. รถจักรยานยนต์คันหนึ่งเริ่มเคลื่อนที่จากที่อยู่นิ่งและความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที^{2} ถ้าใช้เวลา 10 วินาที รถจักรยานยนต์นี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร

ตอบ .....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน

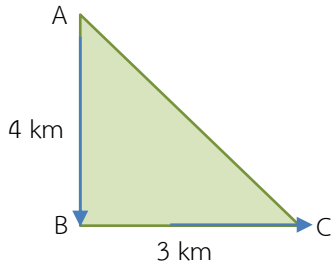
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

คำชี้แจง
1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ โดยเลือกตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดอธิบายความหมายของ (Motion) ได้ถูกต้องที่สุด
   - ก. แรงมีทิศทางและเวลา
   - ข. การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป
   - ค. ขบวนการที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแล้วหยุดโดยมีทิศทางและระยะทาง
   - ง. กระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง

2. ข้อแตกต่างของระยะทางกับการกระจัด คือ ข้อใด
   - ก. ระยะทาง และการกระจัดเป็นปริมาณสเกลาร์
   - ข. ระยะทาง และการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์
   - ค. ระยะทางเป็นปริมาณเวกเตอร์ การกระจัดเป็นปริมาณสเกลาร์
   - ง. ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์

3. วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป C โดยผ่าน B ดังภาพ จงหาระยะทางและการกระจัดของการเคลื่อนที่ของวัตถุตามลำดับ
   - ก. 5 km, 7 km
   - ข. 7 km, 5 km
   - ค. 7 km, 9 km
   - ง. 9 km, 7 km



4. สุพจน์เดินรอบสนามซึ่งมีรัศมี 400 เมตร โดยเขาเดินได้ 2 รอบ พอดี การกระจัดที่อนุชาเคลื่อนที่ได้เป็นเท่าใด

ก. 0 เมตร

ข. 14 เมตร

ค. 308 เมตร

ง. 924 เมตร

5. การเคลื่อนที่ในข้อใดที่ทำให้มีอัตราเร็วเท่ากับความเร็ว

1) การวิ่งทางตรงระยะทาง 50 เมตร

2) การวิ่งรอบสนามครบ 1 รอบ

3) การขับรถวนรอบอ่างเก็บน้ำรอบ

4) การว่ายน้ำจากขอบสระด้านหนึ่งไปยังขอบสระอีกด้านหนึ่ง

ก. ข้อ 1) เท่านั้น

ข. ข้อ 1) และ 4)

ค. ข้อ 2) และ 3)

ง. ถูกทุกข้อ

6. ความหมายของความเร่งข้อใดถูกต้อง

ก. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ข. การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา

ค. ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา

ง. ปริมาณที่วัดขนาดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย

7. รถบรรทุกนำน้ำมันจากโรงกลั่นไปส่งที่คลังน้ำมันซึ่งอยู่ห่างออกไป 54 กิโลเมตร ขาไปวิ่งด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขากลับวิ่งเส้นทางเดิม ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขาไปและขากลับใช้เวลาต่างกันกี่นาที

ก. 12 นาที

ข. 13 นาที

ค. 15 นาที

ง. 18 นาที

8. รถคันหนึ่งมีความเร็วเริ่มต้นถึงความเร็วสุดท้ายแตกต่างกัน 8 เมตร/วินาที ใช้เวลาต่างกัน 4 วินาที จงหาความเร่งของรถคันนี้

ก. 1 เมตร/วินาที^{2}

ข. 2 เมตร/วินาที^{2}

ค. 3 เมตร/วินาที^{2}

ง. 4 เมตร/วินาที^{2}

9. รถบรรทุก 2 คัน ออกจากโรงงานพร้อมกันเพื่อไปรับสินค้าที่ท่าเรือ โดยใช้เส้นทางเดียวกัน รถคันแรกวิ่งด้วยอัตราเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถคันที่สองวิ่งด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถคันที่สองถึงท่าเรือหลังรถคันแรก 1 ชั่วโมง ถามว่าท่าเรืออยู่ห่างจากโรงงานกี่กิโลเมตร

จ. 200 กิโลเมตร

ฉ. 240 กิโลเมตร

ช. 260 กิโลเมตร

ซ. 280 กิโลเมตร

10. รถยนต์เคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาที มีความเร่งในการเคลื่อนที่ 2 เมตร/วินาที^{2} เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที รถยนต์คันนี้จะมีความเร็วเท่าใด

ก. 50 เมตร/วินาที

ข. 40 เมตร/วินาที

ค. 30 เมตร/วินาที

ง. 20 เมตร/วินาที

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่

ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
6				
7				
8				
9				
10				

ภาคผนวก

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ง	1. ง
2. ค	2. ง
3. ก	3. ข
4. ข	4. ก
5. ข	5. ค
6. ค	6. ค
7. ง	7. ก
8. ก	8. ข
9. ข	9. ข
10. ข	10. ง

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน

เฉลยใบกิจกรรมการทดลองที่ 1
เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เดินครั้งที่ 1	เดินครั้งที่ 2	เดินครั้งที่ 3	ระยะทาง (เมตร)	การกระจัด	
				ขนาด	ทิศทาง
ไปทางทิศเหนือ 3 เมตร	ไปทางทิศใต้ 4 เมตร	ไปทางทิศเหนือ 2 เมตร	9	1	ทิศเหนือ
ไปทางทิศใต้ 5 เมตร	ไปทางทิศใต้ 4 เมตร	ไปทางทิศเหนือ 1 เมตร	10	8	ทิศใต้
ไปทางทิศตะวันออก 3 เมตร	ไปทางทิศตะวันตก 4 เมตร	ไปทางทิศตะวันออก 1 เมตร	8	0	-
ไปทางทิศตะวันตก 2 เมตร	ไปทางทิศตะวันตก 1 เมตร	ไปทางทิศตะวันออก 2 เมตร	5	1	ทิศตะวันตก
ไปทางทิศตะวันตก 3 เมตร	ไปทางทิศตะวันออก 1 เมตร	ไปทางทิศตะวันตก 3 เมตร	7	5	ทิศตะวันตก

สรุปผลการทดลอง

การคำนวณหาระยะทาง เนื่องจากระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ การคำนวณหาขนาดของระยะทางของการเคลื่อนที่ทั้งหมดของวัตถุ สามารถนำค่าระยะทางแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่มาบวก กันแบบพีชคณิต

การคำนวณหาการกระจัด เนื่องจากการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ การคำนวณหาขนาดของการกระจัด จึงจำเป็นต้องคำนวณแบบเวกเตอร์ คือ คิดความยาวที่เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสุดท้าย และบอกทิศทางในทิศที่หัวลูกศรแทนทิศของการกระจัด

คำถามท้ายการทดลอง

1. การคำนวณหาระยะทางและการกระจัดหาได้อย่างไร

ระยะทางคำนวณได้โดยนำค่าระยะทางแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่มา บวก กันแบบพีชคณิตได้เลย ส่วนการกระจัดคำนวณได้จากคิดความยาวที่เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสุดท้าย และบอกทิศทางในทิศที่หัวลูกศรแทนทิศของการกระจัด

2. จงบอกวิธีการทำให้ระยะทางและการกระจัดจะมีขนาดเท่ากัน

ระยะทางและการกระจัดจะมีขนาดเท่ากันเมื่อการเคลื่อนที่ไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

ระยะทางและการกระจัด

1. การเคลื่อนที่ หมายถึงอะไร

กระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง

2. การเคลื่อนที่ของวัตถุเกี่ยวข้องกับปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์อะไรบ้าง

ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร่ง

3. ระยะทาง หมายถึงอะไร

ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริงตามเส้นทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ของวัตถุ การวัดความยาวของระยะทางระหว่างตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ ตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมด ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ คือ มีแต่ขนาดอย่างเดียว มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์ S

4. การกระจัด หมายถึงอะไร

ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จากตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงตำแหน่งสุดท้าย อาจมีขนาดเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เนื่องจากระบุทั้งขนาดและทิศทาง หรืออาจกล่าวได้ว่า เส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นเมตร (m) ใช้สัญลักษณ์ “$\vec{S}$”

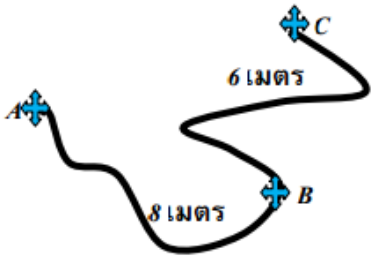
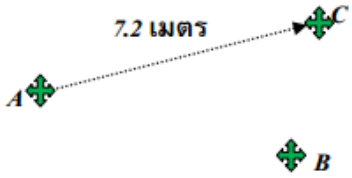
5. จงอธิบายความสัมพันธ์ของระยะทางและการกระจัด

การเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งนั้น เส้นทางของการเคลื่อนที่อาจเป็นเส้นตรง หรือไม่เป็นเส้นตรงก็ได้ ขึ้นอยู่กับทิศทาง ดังนั้นในการบอกระยะทางของการเคลื่อนที่จึงบอกได้ 2 ความหมาย คือ ระยะทางและการกระจัด

ตอนที่ 1 เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการตอบคำถาม จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

คะแนนเต็ม 5 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง
0	ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระยะทางกับการกระจัด		
ภาพ		
ลักษณะการเคลื่อนที่	ระยะทาง	การกระจัด
ความหมาย	ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริงตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ	ระยะห่างระหว่างตำแหน่งจุดเริ่มต้นการเคลื่อนที่ของวัตถุกับ ระยะสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ปริมาณทางฟิสิกส์	ปริมาณเสกลาร์	ปริมาณเวกเตอร์
ผลลัพธ์	มีค่าเป็นบวกเสมอ	มีค่าได้ทั้งบวกและลบ
ใช้สัญลักษณ์	S	$\vec{S}$

ตอนที่ 2 เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการบอกความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัด จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 5 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
1	บอกความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัดได้ถูกต้อง
0	บอกความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัดไม่ถูกต้อง

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2

การคำนวณระยะทางและการกระจัด

1. วิชัยเดินไปทางทิศตะวันออก 300 เมตร แล้วเดินกลับทางเดิม 150 เมตร ไปทางทิศตะวันตก

   1.1 ระยะทางทั้งหมดที่ผู้ชายคนนั้นเดินคิดได้เป็นเท่าใด....450 เมตร.....

   1.2 การกระจัดของการเคลื่อนที่เป็นเท่าใด และมีทิศใด....150 เมตร.....

   .....ไปทางทิศตะวันออก.....

2. จงหาการกระจัดจากจุดเริ่มต้นในกรณีต่อไปนี้

   ง. เดินไปทางทิศใต้ 15 เมตร แล้วย้อนกลับขึ้นมาทางทิศเหนือ 6 เมตร

   จ. เดินทางไปทางทิศตะวันออก 20 เมตร แล้วเดินไปในทิศเดิมอีก 12 เมตร

   ฉ. เดินไปทางทิศตะวันตก 8 เมตร แล้วย้อนกลับมาทางทิศตะวันออก 10 เมตร

   การกระจัด ก. = ...9 เมตร..... เมตร ทางทิศ .....ใต้.....

   การกระจัด ข. = ...32 เมตร..... เมตร ทางทิศ .....ตะวันออก.....

   การกระจัด ค. = ...2 เมตร..... เมตร ทางทิศ .....ตะวันออก.....

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการตอบคำถาม ข้อที่ 1 – 2 จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง
1	ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน
0	ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

3. อารีขับรถจากบ้านไปตลาดทางทิศตะวันออก วัดระยะทางได้ 15 กิโลเมตร จากนั้นขับย้อนกลับทางทิศตะวันตก เพื่อเติมน้ำมันเป็นระยะทาง 4 กิโลเมตร แล้วขับต่อมาอีก 2 กิโลเมตร เพื่อแวะซื้อของฝาก จงหาระยะทางและการกระจัด

วิธีทำ ระยะทางที่ใช้ในการขับรถทั้งหมด (S)

$S = 15\ km + 4\ km + 2\ km$

$= 21\ km$

ดังนั้น ระยะทางที่ใช้ในการขับรถของบรรจงเท่ากับ 21 กิโลเมตร

การกระจัดในการของการขับรถของบรรจง ($\vec{S}$)

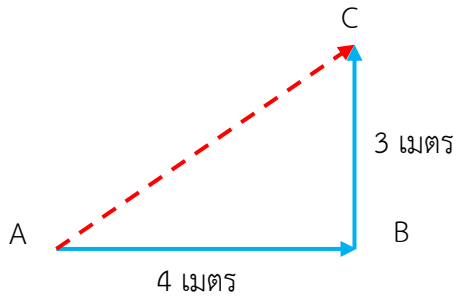
$\vec{S} = 15\ km - 4\ km - 2\ km$

$= 9\ km$

ดังนั้น การกระจัดของการขับรถของกวี เท่ากับ 9 กิโลเมตร และมีทิศไปทางทิศตะวันออก

ตอบ ระยะทางที่กวีขับรถเท่ากับ 21 กิโลเมตร และการกระจัดของการขับรถของกวีเท่ากับ 9 กิโลเมตร และมีทิศไปทางทิศตะวันออก

4. นายพรานเดินทางจากต้นไม้ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง A ไปยังต้นไม้อีกต้นหนึ่งซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง B และเดินทางต่อไปยังแม่น้ำที่ตำแหน่ง C ดังรูป จงหาระยะทางและการกระจัดของนายพรานจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง C



วิธีทำ ระยะทาง (S)

S = 4 km + 3 km

= 7 km

ดังนั้น ระยะทางที่นายพรานเดินทางจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง C เท่ากับ 7เมตร

หาขนาดของกระจัด ($\vec{S}$)

จากทฤษฎีพีทาโกรัส จะได้ว่า

$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$

$= \sqrt{4^2 + 3^2}$

$= \sqrt{16 + 9}$

$= \sqrt{25} = 5$

ทิศของการกระจัด $\tan\theta = \frac{BC}{AB}$

$\tan\theta = \frac{3}{4}$

$\tan\theta = 0.75$

$\theta = 37^\circ$

ดังนั้น ขนาดของกระจัด เท่ากับ 5 กิโลเมตร และมีทิศทำมุม 37 องศากับแนวระดับ

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการคำนวณระยะทางและการกระจัด ข้อที่ 3 – 4 จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 6 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
3	ใช้สมการ แทนค่าการคำนวณระยะทางและการกระจัดได้ถูกต้องครบถ้วน
2	ใช้สมการ แทนค่าการคำนวณระยะทางและการกระจัดได้บางส่วน
1	ใช้สมการ แทนค่าการคำนวณระยะทางและการกระจัดได้ส่วนน้อย
0	ใช้สมการ แทนค่าการคำนวณระยะทางและการกระจัดไม่ถูกต้อง

เฉลยใบกิจกรรมการทดลองที่ 2
เรื่อง การหาอัตราเร็วเฉลี่ย

ตารางบันทึกผลการทดลอง ขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน

การเดิน

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

การวิ่ง

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

การเดินถอยหลัง

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

การเดินเขย่งเท้าขาเดียว

ชื่อ – สกุล	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
1.	10		
2.	10		
3.	10		
4.	10		
5.	10		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3
อัตราเร็วและความเร็ว

1. อัตราเร็ว หมายถึงอะไร

อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งก็ได้

2. ความเร็ว หมายถึงอะไร

อัตราการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งต่อหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) ในหน่วยเอสไอ ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งประกอบด้วยอัตราเร็วและทิศทาง

3. จงอธิบายสมการการคำนวณหาอัตราเร็ว

สมการ $v = \frac{s}{t}$

เมื่อ v คือ อัตราเร็ว

s คือ ระยะทาง

t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

4. จงอธิบายสมการการคำนวณหาความเร็ว

สมการ $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$

เมื่อ $\vec{v}$ คือ ความเร็ว

$\vec{s}$ คือ การกระจัด

t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

5. อัตราเร็วและความเร็วเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

ความเร็ว กับ อัตราเร็ว มีความหมายแตกต่างกัน โดยความเร็วมีความหมายลึกซึ้งกว่าอัตราเร็ว คือ “ความเร็วเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลง การกระจัด หรือการกระจัดที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา และเนื่องจากการกระจัด เป็นปริมาณเวกเตอร์ ความเร็วจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ด้วย

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการตอบคำถาม จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง
1	ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน
0	ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

เฉลยใบกิจกรรมที่ 4
การคำนวณหาอัตราเร็วและความเร็ว

1. ดาวิกาวิ่งได้ระยะทาง 400 เมตร ใช้เวลา 25 วินาที ดาวิกาวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ โจทย์กำหนด ระยะทาง (S) = 150 เมตร , เวลา (t) = 20 วินาที

โจทย์ต้องการหา อัตราเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง $V = \frac{s}{t}$

แทนค่า $V = \frac{150}{20}$

จะได้ $V = 7.5$ m/s

ตอบ ดาวิกาวิ่งด้วยอัตราเร็ว 7.5 เมตรต่อวินาที

2. ผึ้งตัวหนึ่งบินไปเป็นระยะทาง 10 เมตร ในเวลา 2 วินาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยของผึ้งตัวนี้

วิธีทำ โจทย์กำหนด ระยะทาง (S) = 10 เมตร , เวลา (t) = 2 วินาที

โจทย์ต้องการหา อัตราเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง $\vec{V} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

แทนค่า $V = \frac{10}{2}$

จะได้ $V = 5$ m/s

ตอบ อัตราเร็วเฉลี่ยของผึ้งตัวเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาที

3. ชายคนหนึ่งเดินด้วยความเร็วคงที่ออกจากบ้านไปยังร้านกาแฟเป็นระยะทาง 30 เมตร ใช้เวลา 20 วินาที ชายคนนี้เดินด้วยความเร็วเท่าไร

วิธีทำ ระยะทาง 30 เมตร , ใช้เวลา 20 วินาที

โจทย์ต้องการหา ความเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง ความเร็ว = $\frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาที่ใช้}}$

หรือ $V = \frac{r}{t}$

แทนค่า $V = \frac{30}{20}$

ชายคนนี้เดินด้วยความเร็ว = 1.5 s

ตอบ ชายคนนี้เดินด้วยความเร็ว 1.5 เมตรต่อวินาที

4. ผึ้งตัวหนึ่งบินไปเป็นระยะทาง 10 เมตร และการกระจัด 8 เมตร ในเวลา 2 วินาที จงหาความเร็วเฉลี่ยของผึ้งตัวนี้

วิธีทำ โจทย์กำหนด ระยะทาง (S) = 10 เมตร, การกระจัด (r) = 8 เมตร, เวลา (t) = 2 วินาที

โจทย์ต้องการหา อัตราเร็ว (V)

สมการที่เกี่ยวข้อง ความเร็วเฉลี่ย = $\frac{\text{การกระจัดที่เกิดขึ้น}}{\text{ช่วงเวลาที่เกิดการกระจัด}}$

หรือ $\vec{V} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$

แทนค่า $V = \frac{8}{2}$

จะได้ $\vec{V} = 4$ m/s

ตอบ ความเร็วเฉลี่ยของผึ้งตัวนี้เท่ากับ 4 เมตรต่อวินาที

5. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งจากเมือง A ไปเมือง B ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 60 กิโลเมตร โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นวิ่งต่อไปยังเมือง C ที่อยู่ทางทิศตะวันตกเป็นระยะทาง 80 กิโลเมตร โดยใช้เวลาอีก 2 ชั่วโมง จงหาความเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทางครั้งนี้

วิธีทำ ระยะทางจาก AB = 60 กิโลเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ระยะทางจาก BC = 80 กิโลเมตร ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

หาระยะทางทั้งหมดที่รถวิ่งได้ คือ (AB) + (BC)

= 60 + 80

= 140

หาระยะการกระจัดโดยใช้ทฤษฎีบท $(AC^2) = (AB^2) + (BC^2)$

$AC = \sqrt{60^2 + 80^2}$

= 100 กิโลเมตร

เวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการวิ่งของรถยนต์ = 3 ชั่วโมง

ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์

สมการที่เกี่ยวข้อง $\vec{V} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$

แทนค่า $\vec{V} = \frac{100}{3}$

จะได้ $\vec{V}$ = 33.33 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

อัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์

สมการที่เกี่ยวข้อง $V_{เฉลี่ย} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

แทนค่า $V_{เฉลี่ย} = \frac{140}{3}$

จะได้ $V_{เฉลี่ย}$ = 46.66 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางครั้งนี้เท่ากับ 33.33 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีทิศไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ

อัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทางครั้งนี้เท่ากับ 46.66 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการคำนวณหาอัตราเร็วและความเร็ว จำนวน 5 ข้อ

ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
2	ใช้สมการ แทนค่า คำนวณหาอัตราเร็วและความเร็วได้ถูกต้อง
1	ใช้สมการ แทนค่า คำนวณหาอัตราเร็วและความเร็วได้ถูกต้องบางส่วน
0	ใช้สมการ แทนค่า คำนวณหาอัตราเร็วและความเร็วไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

เฉลยใบกิจกรรมที่ 5

ความเร่ง

ตอนที่ 1

1. ความเร่ง คือ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการ เปลี่ยนแปลงความเร็ว
2. ความเร่งเป็นปริมาณ เป็นปริมาณเวกเตอร์
3. ความเร่งมีหน่วยเป็น มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที^{2}
4. ความเร่งขณะหนึ่ง คือ ความเร่งในช่วงเวลาสั้นๆ
5. ความเร่งเฉลี่ย คือ อัตราส่วนระหว่างความเร็วที่เปลี่ยนไปทั้งหมดกับช่วงเวลา ที่เปลี่ยน ความเร็วนั้น

ตอนที่ 2

1. ในการเคลื่อนที่ของวัตถุอันหนึ่ง ทำให้ความเร็วเปลี่ยนแปลงจาก 40 เมตรต่อวินาที เป็น 80 เมตรต่อวินาที ซึ่งส่งผลให้วัตถุนี้ความเร่งเท่ากับ 10 เมตร/วินาที^{2} จะต้องใช้เวลาเท่าใด

ตอบ 4 วินาที

2. วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วต้น 10 เมตรต่อวินาที ได้ระยะทาง 200 เมตร ภายในเวลา 5 วินาที จงหาความเร่งของวัตถุนี้

ตอบ ความเร่งของวัตถุเท่ากับ 12 เมตรต่อวินาที^{2}

3. รถคันหนึ่งเคลื่อนที่บนถนนตรงจากหยุดนิ่ง จนกระทั่งมีความเร็วเป็น 25 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 10 วินาที ความเร่งของรถยนต์คันนี้มีค่าเท่าใด

ตอบ ความเร่งของรถยนต์คันนี้เท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที^{2}

4. ถ้าวัตถุ A เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเริ่มต้น 5 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที วัตถุ A ยังเคลื่อนอยู่ในแนวเดิม โดยมีความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 20 เมตร/วินาที จงหาความเร่งของวัตถุ

ตอบ ความเร่งของวัตถุเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที^{2}

5. รถจักรยานยนต์คันหนึ่งเริ่มเคลื่อนที่จากที่อยู่นิ่งและความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที^{2} ถ้าใช้เวลา 10 วินาที รถจักรยานยนต์นี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร

ตอบ รถจักรยานยนต์นี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับ 50 เมตรต่อวินาที

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนการตอบคำถาม จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาคำตอบ
1	ตอบคำถามได้ถูกต้อง
0	ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

แบบบันทึกผลการเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 1 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

1. แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน

ประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	เกณฑ์การประเมิน		
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	ระดับคุณภาพ
ก่อนเรียน	10				
หลังเรียน	10				
คะแนนพัฒนา (+,-)					

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน

2. ใบกิจกรรม

ประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	เกณฑ์การประเมิน		
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	ระดับคุณภาพ
ใบกิจกรรมที่ 1	10				
ใบกิจกรรมที่ 2	10				
ใบกิจกรรมที่ 3	10				
ใบกิจกรรมที่ 4	10				
ใบกิจกรรมที่ 5	10				

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนทำใบกิจกรรม ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน

เอกสารอ้างอิง

จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. **คู่มือรวมสุดยอดเทคนิค ฟิสิกส์ Entrance**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนศึกษา จำกัด, 2550.

_____. **คู่มือประกอบการเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม. 4-6 เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด, 2554.

ช่วง ทมทิตชงค์ และคณะ. **ฟิสิกส์ ม.4-5-6**. กรุงเทพฯ : บริษัท ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง จำกัด, 2553.

ณัฐภัสสร เหล่าเนตร และคณะ. **หนังสือเรียนแม็ค ฟิสิกส์พื้นฐาน ม.4-6.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แม็ค จำกัด, 2551.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค ลาดพร้าว, 2554

_____. **คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4-6** กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมสวัสดิการ และสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2554

อวิรุทธิ์ วิเศษชาติ. **100 จุดเน้น ฟิสิกส์ ม.4-5-6.** กรุงเทพฯ : บริษัท ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง จำกัด, 2556.