

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
วิชา ฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 1

การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด



นายแท้ว นามแก้ว
โรงเรียนสตรีศรีน่าน จังหวัดน่าน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37



คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ กิจกรรม เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และสามารถแก้ปัญหาได้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทั้งหมดจำนวน 5 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

ชุดที่ 2 อัตราเร็ว และความเร็วของวัตถุ

ชุดที่ 3 ความเร่งของวัตถุ

ชุดที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟ ความเร็ว เวลา กับระยะทาง สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรง

ชุดที่ 5 การใช้สมการสำหรับการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับการส่งเสริมสนับสนุนจากผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนสตรีศรีน่าน การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา ภาษาที่ใช้ รวมทั้งข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก ผู้เชี่ยวชาญ และผู้เกี่ยวข้อง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้จะประโยชน์ต่อนักเรียน และครูผู้สอนในการนำแนวคิดไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรต่อไป

แท้ นามแก้ว

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
จุดประสงค์ประจำชุดกิจกรรม	1
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	2
แบบทดสอบก่อนเรียน	4
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	7
บัตรกิจกรรมที่ 1.1 การบอกตำแหน่งของวัตถุ	8
บัตรคำสั่งที่ 1.1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด	10
บัตรความรู้ที่ 1.1 การบอกตำแหน่งของวัตถุ	11
บัตรกิจกรรมที่ 1.2 การบอกตำแหน่งของวัตถุ	16
บัตรความรู้ที่ 1.2 ระยะทาง และการกระจัด	17
บัตรกิจกรรมที่ 1.3 ระยะทาง และการกระจัด	23
บัตรกิจกรรมที่ 1.4 การทดลองหาระยะทาง และการกระจัด	25
บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 1.4 การทดลองหาระยะทาง และการกระจัด	27
บัตรคำสั่งที่ 1.2 การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัด	30
บัตรความรู้ที่ 1.3 การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัดลัพธ์	31
บัตรกิจกรรมที่ 1.5 การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัด	37
แบบทดสอบหลังเรียน	39
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	42
บรรณานุกรม	43

จุดประสงค์ประจำชุดกิจกรรม

ด้านความรู้

1. บอกตำแหน่งของวัตถุเทียบกับจุดอ้างอิงได้
2. อธิบายความหมายและบอกความแตกต่างของระยะทางและการกระจัดได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. สืบค้นข้อมูลของระยะทางและการกระจัดได้
2. ทดลองเพื่อศึกษา ระยะทางและการกระจัดลัพธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
3. คำนวณหาระยะทางและการกระจัดลัพธ์ได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

อย่าลืม อ่านคำชี้แจงก่อนนะจ๊ะ.....



คำชี้แจง

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์
เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

1. ชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง
2. นักเรียนเข้ากลุ่มกิจกรรมตามที่ครูได้จัดไว้ กลุ่มละ 5 – 6 คน โดยคณะกรรมการทางการเรียน (เก่ง ปานกลาง อ่อน) ให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมและมีบทบาทในการทำกิจกรรม
3. ตัวแทนนักเรียนในกลุ่มรับผิดชอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด โดยเอกสารที่นักเรียนได้รับ มีดังนี้
 - 3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด
 - 3.2 กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด
 - 3.3 บัตรกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง
 - 3.4 บัตรคำสั่งที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด
 - 3.5 บัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง
 - 3.6 บัตรกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การบอกตำแหน่ง
 - 3.7 บัตรความรู้ที่ 1.2 เรื่อง ระยะทาง และการกระจัด
 - 3.8 บัตรกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ระยะทาง และการกระจัด
 - 3.9 บัตรกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง การทดลองหาระยะทาง และการกระจัด
 - 3.10 บัตรคำสั่งที่ 1.2 เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด
 - 3.11 บัตรความรู้ที่ 1.3 เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด
 - 3.12 บัตรกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัด
 - 3.13 แบบทดสอบหลังเรียน

3.14 กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

4. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด ให้เข้าใจอย่างละเอียด และปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดในชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ดังนี้

- 4.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- 4.2 ศึกษาบัตรความรู้
- 4.3 ปฏิบัติกิจกรรมในบัตรกิจกรรม
- 4.4 ปฏิบัติการทดลอง
- 4.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน
- 4.6 นักเรียนรับบัตรเฉลยคำตอบจากครูไปตรวจคำตอบ

5. ถ้านักเรียนทดสอบหลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผล ควรเรียนซ่อมเสริมโดยเริ่มต้นศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง

6. การปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด ต้องทำให้เสร็จสิ้นตามเวลา ทำด้วยความรอบคอบ พยายามทำการทดลองตอบคำถาม และอภิปรายอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้จนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง หากมีข้อสงสัยให้ซักถามครูผู้สอนจนเข้าใจ

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการจัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เวลา 10 นาที

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

- การบอกตำแหน่งของวัตถุ ต้องบอกถึงสิ่งใดบ้าง เพื่อให้เข้าใจความหมายได้ถูกต้องชัดเจน
 - จุดอ้างอิง
 - ทิศทางจากจุดอ้างอิง
 - ระยะห่างจากจุดอ้างอิง
 - ข้อ a และ b
 - ข้อ a และ c
 - ข้อ b และ c
 - ถูกทุกข้อ
- ข้อใดการบอกตำแหน่งของวัตถุไม่ถูกต้อง
 - โรงเรียนอยู่ทางทิศตะวันออกของโรงพยาบาลเป็นระยะทาง 100 เมตร
 - บ้านแดงอยู่กิโลเมตรที่ 10 มีรถแท็กซี่จอดเยื้องหน้าบ้านไปทางทิศตะวันตก
 - วัดป่าหน่อบุญญาณสังวรารามอยู่ห่างจากสนามบินนานไปทางทิศเหนือ 11 กิโลเมตร
 - ค่าย ม.พัน 15 อยู่ห่างจากศาลาศูนย์ราชการจังหวัดไปทางทิศตะวันตกเป็นระยะ 2 กิโลเมตร
- อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่จากจุด P ไปยังจุด Q ไปตามเส้นทาง ดังรูป ระยะทางที่เกิดขึ้นไม่ขึ้นกับปริมาณในข้อใด



- ตำแหน่งของ P
- ตำแหน่งของ Q
- เส้นทางจาก P ถึง Q
- ทิศทางจาก P ถึง Q

4. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 21 เมตร ครบหนึ่งรอบ การกระจัดมีค่าเท่าใด
1. 0 เมตร
 2. 42 เมตร
 3. 84 เมตร
 4. 132 เมตร
5. ตอนเริ่มต้นวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไปทางขวา 4.0 เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที พบว่าวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไปทางซ้าย 8.0 เมตร จงหาการกระจัดของวัตถุนี้
1. 4.0 เมตร ทางซ้าย
 2. 8.0 เมตร ทางขวา
 3. 12.0 เมตร ทางซ้าย
 4. 12.0 เมตร ทางขวา
6. คลองที่ตัดตรงจากเมือง A ไปเมือง B มีความยาว 65 กิโลเมตร ขณะที่ถนนจากเมือง A ไปเมือง B มีระยะทาง 79 กิโลเมตร ถ้าชายคนหนึ่งขนส่งสินค้าจากเมือง A ไปเมือง B โดยรถยนต์ ถ้ามองว่าการเดินทางขนส่งสินค้านั้นมีระยะทาง และขนาดการกระจัดเป็นไปตามข้อใด
1. 65 กิโลเมตร และ 65 กิโลเมตร
 2. 65 กิโลเมตร และ 79 กิโลเมตร
 3. 79 กิโลเมตร และ 65 กิโลเมตร
 4. 79 กิโลเมตร และ 79 กิโลเมตร
7. ทหารคนหนึ่งออกเดินจากเสาธงไปทางทิศตะวันออก 40 เมตร แล้วเดินต่อไปทางเหนืออีก 30 เมตร พบป้อมยาม จากนั้นเดินต่อไปทางทิศเดิมอีก 60 เมตร จึงเลี้ยวไปทางขวาเป็นมุมฉาก แล้วเดินต่อไปจนถึงจุดซึ่งมองย้อนกลับไปเห็นป้อมยามอยู่ในแนวเดียวกับเสาธงพอดี ระยะทางและขนาดของการกระจัดที่เกิดขึ้นเป็นไปตามข้อใด
1. 130 เมตร และ 80 เมตร
 2. 130 เมตร และ 100 เมตร
 3. 210 เมตร และ 120 เมตร
 4. 210 เมตร และ 150 เมตร
8. ปล่อยาววัตถุก้อนหนึ่งลงมาในแนวดิ่งจากหน้าผาสูง 25 เมตร จากพื้นดิน จงหาระยะทางของวัตถุ
1. 0 เมตร
 2. 25 เมตร
 3. 0 เมตร ทิศลงสู่พื้น
 4. 25 เมตร ทิศลงสู่พื้น

9. โยนวัตถุก้อนหนึ่งขึ้นไปในแนวดิ่งจากหน้าผาสูง 30 เมตร เทียบกับพื้นดิน เมื่อวัตถุขึ้นไปได้สูงสุดจากหน้าผาเป็นระยะ 15 เมตร และตกลงถึงพื้นดินในเวลาต่อมา ระยะทาง และการกระจัดของวัตถุ มีขนาดเท่าใดตามลำดับ
1. 60 เมตร และ 30 เมตร
 2. 30 เมตร และ 60 เมตร
 3. 45 เมตร และ 20 เมตร
 4. 20 เมตร และ 45 เมตร
10. โยนวัตถุก้อนหนึ่งจากพื้นดินขึ้นไปในแนวดิ่งได้ระยะความสูง 20 เมตร จากพื้นดิน เมื่อวัตถุขึ้นไปได้สูงสุดแล้วตกลงถึงพื้นดินในเวลาต่อมา ระยะทาง และการกระจัดของวัตถุ มีขนาดเท่าใดตามลำดับ
1. 20 เมตร และ 20 เมตร
 2. 40 เมตร และ 20 เมตร
 3. 40 เมตร และ 40 เมตร
 4. 40 เมตร และ 0 เมตร

ผลคะแนนสอบก่อนเรียน
เราจะเป็นอย่างไรบ้างนะ...



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการจัด

ข้อ \ ตัวเลือก	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้

บัตรกิจกรรมที่ 1.1

การบอกตำแหน่งของวัตถุ

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 10 นาที

ชื่อ ชื่อเล่น ชั้น ม.4 เลขที่

- ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง เกี่ยวกับการระบุตำแหน่งของวัตถุใด ๆ ว่า “ถ้าเราจะบอกตำแหน่งของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง เช่น หากนักเรียนต้องการบอกทางให้นักท่องเที่ยวเดินทางไปวัดพระธาตุแช่แห้งได้อย่างถูกต้อง นักเรียนควรมีวิธีการบอกนักท่องเที่ยวอย่างไร” (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- ให้นักเรียนรวมกลุ่มกับที่อยู่ข้างเคียง จับคู่กับเพื่อนช่วยกันคิด (Think Pair Share) แล้วสรุปเป็นความคิดเห็นของกลุ่ม เกี่ยวกับการระบุตำแหน่งของวัตถุๆว่า “ถ้าเราจะบอกตำแหน่งของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง เช่น หากนักเรียนต้องการบอกทางให้นักท่องเที่ยวเดินทางไปวัดพระธาตุแช่แห้งได้อย่างถูกต้อง นักเรียนควรมีวิธีการบอกนักท่องเที่ยวอย่างไร” (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนรวมกลุ่มกับที่อยู่ข้างเคียง เพื่อระดมความคิดเห็นและตอบคำถามร่วมกัน (Brainstorming) แล้วสรุปเป็นความคิดเห็นของกลุ่ม เกี่ยวกับการระบุตำแหน่งของวัตถุ ๆ ว่า “ถ้าเราจะบอกตำแหน่งของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง เช่น หากนักเรียนต้องการบอกทางให้นักท่องเที่ยวเดินทางไปวัดพระธาตุแช่แห้งได้อย่างถูกต้อง นักเรียนควรมีวิธีการบอกนักท่องเที่ยวอย่างไร”
(1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เกี่ยวกับการระบุตำแหน่งของวัตถุ ๆ ว่า “ถ้าเราจะบอกตำแหน่งของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง เช่น หากนักเรียนต้องการบอกทางให้นักท่องเที่ยวเดินทางไปวัดพระธาตุแช่แห้งได้อย่างถูกต้อง นักเรียนควรมีวิธีการบอกนักท่องเที่ยวอย่างไร”
(1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

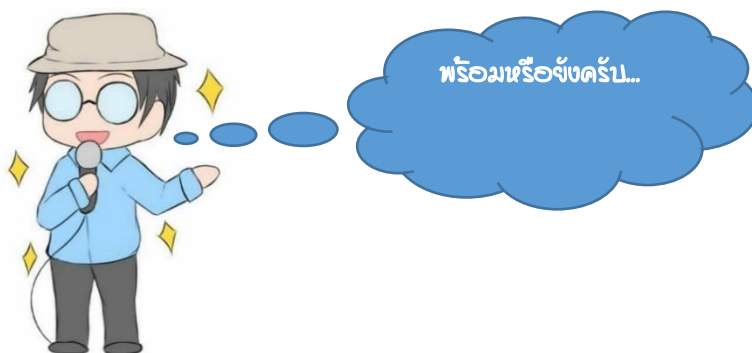
.....

บัตรคำสั่งที่ 1.1

การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ให้สมาชิกในกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มและเลขากลุ่ม
2. ตัวแทนกลุ่มรับเอกสารเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มเก็บไว้ที่ตัวแทนกลุ่มจำนวน 1 ชุด
บัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่งของวัตถุ
บัตรกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การบอกตำแหน่งของวัตถุ
บัตรความรู้ที่ 1.2 เรื่อง ระยะทางและการกระจัดของวัตถุ
บัตรกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ระยะทาง และการกระจัด
บัตรกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง การทดลองหาระยะทางและการกระจัด
แนวคำตอบบัตรกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การบอกตำแหน่งของวัตถุ
แนวคำตอบบัตรกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ระยะทาง และการกระจัดของวัตถุ
แนวคำตอบบัตรกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง การทดลองหาระยะทางและการกระจัด
3. ตัวแทนกลุ่มอ่านคำชี้แจงในบัตรเนื้อหา เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทางและการกระจัด
ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง แล้วร่วมกันปฏิบัติตามกิจกรรมตามเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งบันทึกลงใน
บัตรกิจกรรมของตนเองจนเสร็จสิ้นกิจกรรม
4. นักเรียนภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนผลงานของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อตรวจคำตอบ
5. ตัวแทนกลุ่มอ่านแนวคำตอบให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เพื่อทำการตรวจคำตอบในบัตรกิจกรรม
6. ตัวแทนกลุ่มรวบรวมบัตรกิจกรรมที่ผ่านการตรวจแล้วส่งครูเพื่อประเมินผลต่อไป



บัตรความรู้ที่ 1.1

การบอกตำแหน่งของวัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

สามารถบอกตำแหน่งของวัตถุเทียบกับจุดอ้างอิงได้

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูล บัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัดให้เข้าใจ และสรุปเป็นองค์ความรู้ (10 นาที)
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในบัตรกิจกรรมที่ 1.2 (10 นาที) บัตรกิจกรรมที่ 1.3 (10 นาที) และบัตรกิจกรรมที่ 1.4 (30 นาที)



การบอกตำแหน่งของวัตถุ

การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตำแหน่งของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น**ตำแหน่งของวัตถุ** คือ การบอกให้ทราบว่า วัตถุหรือสิ่งของที่เราพิจารณาอยู่ที่ใด ซึ่ง**การบอกตำแหน่งของวัตถุจะต้องมีจุดหรือตำแหน่งที่ใช้อ้างอิง** ดังรูปที่ 1.1

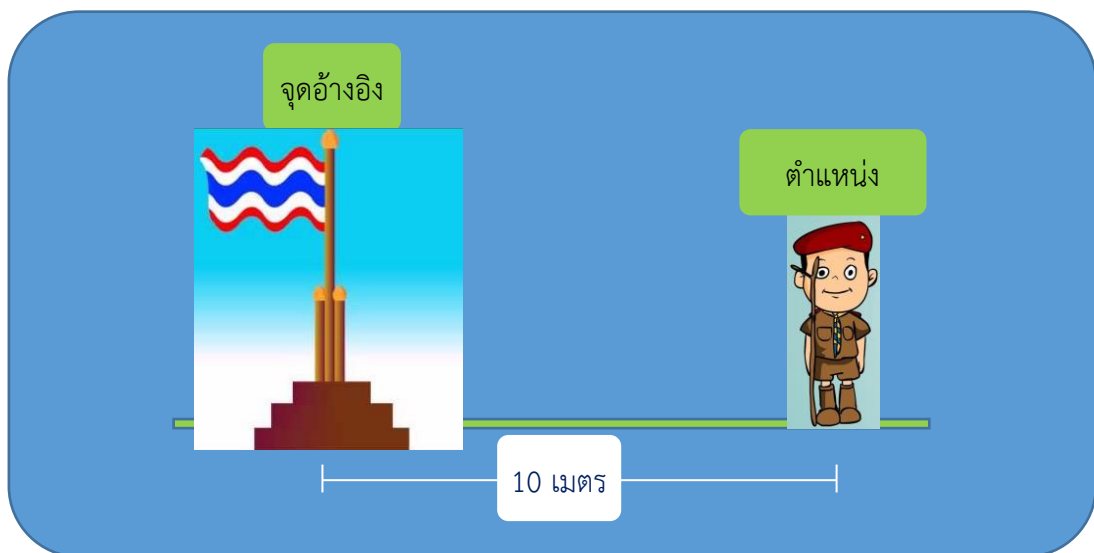


รูปที่ 1.1 แผนที่ท่องเที่ยวจังหวัดน่าน

ที่มา: (<http://www.hotsia.com/thailandmap/nan1.shtml>, 30 เม.ย. 2559)

จุดหรือตำแหน่งที่ใช้อ้างอิง (Reference point) เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัตถุ ปกติจะใช้จุดหรือตำแหน่งที่อยู่นิ่ง **จุดอ้างอิงมีทั้งสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น** จุดอ้างอิงที่เป็นสิ่งธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ ภูเขา ต้นไม้ น้ำตก เป็นต้น ส่วนจุดอ้างอิงที่สร้างขึ้น ได้แก่ บ้านเรือน อนุสาวรีย์ สะพาน เป็นต้น

การบอกตำแหน่ง เป็นการบอกให้ทราบว่าวัตถุกำลังพิจารณาอยู่ที่ใดและมีระยะห่างกับทิศทางเทียบกับจุดอ้างอิง เช่น ลูกเสือยืนห่างจากเสาธง ไปทางขวา 10 เมตร โดยกำหนดให้เสาธงเป็นจุดอ้างอิง ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การบอกตำแหน่งของลูกเสือโดยใช้เสาธงเป็นจุดอ้างอิง

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

การบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรงหนึ่งมิติ

สำหรับการบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรงหนึ่งมิติแนวเดียว นิยมเขียนเป็นเส้นตรงแล้วกำหนดจุดอ้างอิง พร้อมกับสเกลแสดงระยะทาง เป็นเส้นจำนวน และเพื่อความสะดวกในการศึกษาการเคลื่อนที่ในแนวตรง จึงกำหนดการบอกทิศโดยใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ

เครื่องหมายบวก (+) แทน วัตถุที่เคลื่อนที่ไปทางขวามือของจุดอ้างอิง

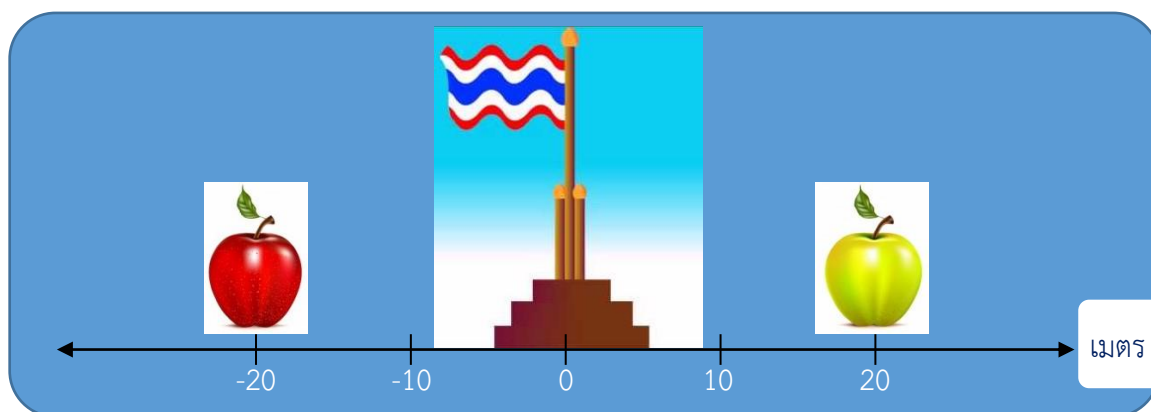
เครื่องหมายลบ (-) แทน วัตถุที่เคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือของจุดอ้างอิง

การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง

เครื่องหมายบวก (+) แทน วัตถุที่เคลื่อนที่ในทิศขึ้น หรืออยู่เหนือจุดอ้างอิง

เครื่องหมายลบ (-) แทน วัตถุที่เคลื่อนที่ในทิศลง หรืออยู่ต่ำกว่าจุดอ้างอิง

ตัวอย่างที่ 1 การบอกตำแหน่งของ **ลูกแอปเปิลสีแดง** โดยใช้ **เสาธงเป็นจุดอ้างอิง** จะต้องบอกว่า **ลูกแอปเปิลสีแดง** อยู่ห่างจาก **เสาธง** ไปทางซ้าย 20 เมตร หรือถ้าต้องการบอกตำแหน่งของ **ลูกแอปเปิลสีเขียว** โดยใช้ **เสาธงเป็นจุดอ้างอิง** จะต้องบอกว่า **ลูกแอปเปิลสีเขียว** อยู่ห่างจาก **เสาธง** ไปทางขวา 20 เมตร ดังรูปที่ 1.3



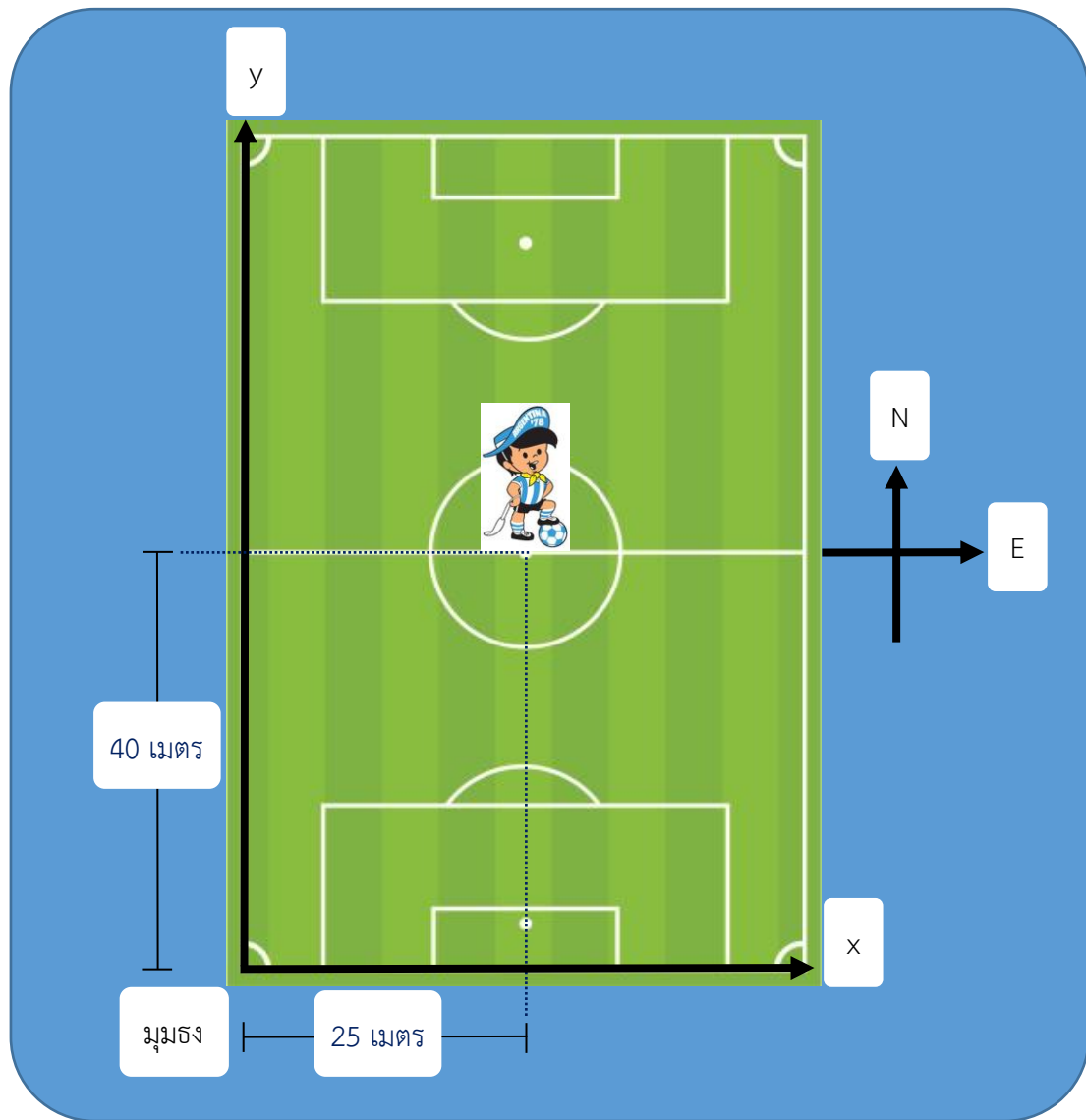
รูปที่ 1.3 การบอกตำแหน่งในแนวเส้นตรงหนึ่งมิติ

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

การบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรงสองมิติ

สำหรับการบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรงสองมิติบนระนาบเดียวกัน นิยมเขียนเป็นระนาบพิกัดฉาก แล้วกำหนดจุดอ้างอิง พร้อมกับสเกลแสดงระยะทาง ดังรูป

ตัวอย่างที่ 2 การบอกตำแหน่งของ **นักฟุตบอล** โดยใช้ **มุมธง**เป็นจุดอ้างอิง จะต้องบอกว่า นักฟุตบอลอยู่ห่างจากมุมธงไปทางทิศตะวันออก 25 เมตรและห่างจากมุมธงไปทางทิศเหนือ 40 เมตร



รูปที่ 1.4 การบอกตำแหน่งในแนวเส้นตรงสองมิติ
ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

บัตรกิจกรรมที่ 1.2

การบอกตำแหน่งของวัตถุ

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 10 นาที

ชื่อ ชื่อเล่น ชั้น ม.4 เลขที่

1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากบัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่งของวัตถุ แล้วสรุปสาระสำคัญ ดังนี้ (2 คะแนน)

1.1 จุด หรือ ตำแหน่งอ้างอิง

.....

.....

1.2 การบอกตำแหน่งของวัตถุ

.....

.....

2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากบัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การบอกตำแหน่งของวัตถุ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (3 คะแนน)

2.1 การบอกตำแหน่งของวัตถุ จะต้องบอกสิ่งใดบ้างจึงจะเกิดความเข้าใจชัดเจน

.....

.....

2.2 การบอกระยะห่าง และทิศทางของตำแหน่งของวัตถุนั้น ต้องเทียบกับสิ่งใด เพราะเหตุใด

.....

.....

2.3 การกำหนดตำแหน่งของวัตถุนั้น มีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

.....

.....

บัตรความรู้ที่ 1.2

ระยะทาง และการกระจัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

สามารถอธิบายความหมายและบอกความแตกต่างของระยะทางและการกระจัดได้

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูล บัตรความรู้ที่ 1.2 เรื่อง ระยะทาง และการกระจัด ให้เข้าใจ และสรุปเป็นองค์ความรู้ (10 นาที)
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในบัตรกิจกรรมที่ 1.3 (20 นาที) และปฏิบัติการทดลองตาม บัตรกิจกรรมที่ 1.4 (50 นาที)



ระยะทาง และการกระจัด

ระยะทาง

ระยะทาง (Distance) หมายถึง ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ โดยจะเริ่มพิจารณาจากตำแหน่งเริ่มต้นของวัตถุถึงตำแหน่งสุดท้ายของวัตถุตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ระยะทางเป็น **ปริมาณสเกลาร์** ใช้ สัญลักษณ์ (s) มีหน่วยเป็น **เมตร (m)**

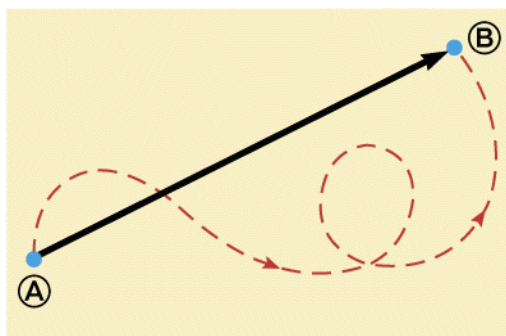
ขนาดของระยะทาง หาได้จากการวัดระยะตามเส้นทางการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายตามเส้นทางการเคลื่อนที่

การกระจัด

การกระจัด (Displacement) หมายถึง ปริมาณที่บอกถึงการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ การกระจัดเป็น **ปริมาณเวกเตอร์** ใช้ สัญลักษณ์ ($\vec{r}$) มี หน่วยเป็น **เมตร (m)**

ขนาดของการกระจัด หาได้จากการวัดระยะตามแนวเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ โดยไม่คำนึงถึงเส้นทางการเคลื่อนที่ และการกระจัดมีทิศจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

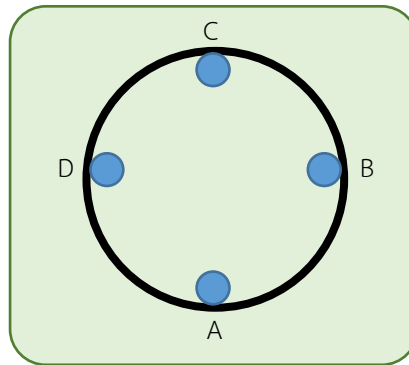
จากรูปที่ 1.5 วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B ตามเส้นทางการเคลื่อนที่บนแนวเส้นประ ดังนั้น **ระยะทาง** หมายถึง ระยะที่วัตถุได้ตามแนวเส้นประ **การกระจัด** หมายถึง ระยะตามแนวเส้นทึบ



รูปที่ 1.5 แสดงระยะทาง และการกระจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B

ที่มา: (R. A. Serway, 1990)

ตัวอย่างที่ 3 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมรัศมี R ครบ 1 รอบ เริ่มต้นจากจุด A ไป B ไป C และ D ตามลำดับ แล้วเคลื่อนที่ได้ครบรอบที่จุด A พอดี ดังรูปที่ 1.6

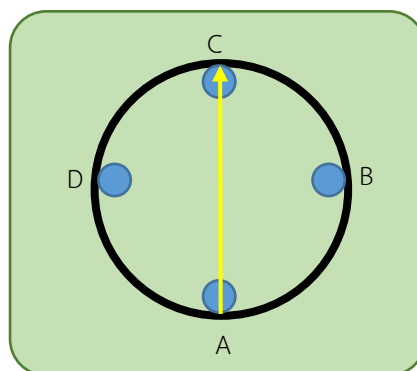


รูปที่ 1.6 การเคลื่อนที่ของวัตถุครบรอบในแนววงกลม จากจุด A ไปยังจุด B จนครบรอบที่จุด A
ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

ระยะทางของวัตถุ เท่ากับขนาดของเส้นรอบวง 1 รอบ ซึ่งเท่ากับ $2\pi R$

การกระจัดของวัตถุเท่ากับศูนย์

ตัวอย่างที่ 4 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม ได้ครึ่งรอบ เริ่มต้นจากจุด A ไป B และไปถึงจุดสุดท้ายที่ C พอดี

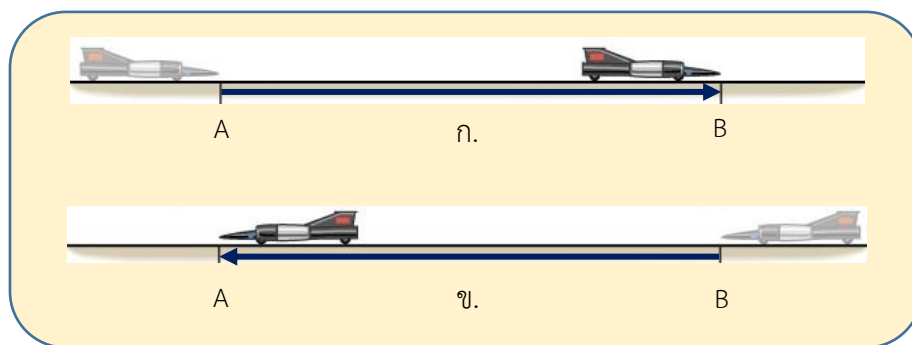


รูปที่ 1.7 การเคลื่อนที่ของวัตถุครึ่งรอบในแนววงกลม จากจุด A ไปยังจุด C
ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

ระยะทางของวัตถุ เท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นรอบวง 1 รอบ ซึ่งเท่ากับ πR

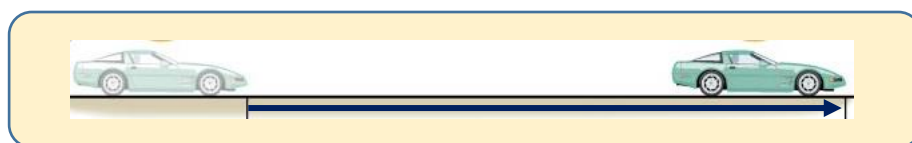
การกระจัดของวัตถุวัดจากจุด A ไปจุด C เท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางซึ่งเท่ากับ $2R$ และมีทิศทางจาก A ไป C

ตัวอย่างที่ 5 เครื่องบินไอพ่นเคลื่อนที่ในแนวตรงจาก A ไป B ในรูป 1.8 ก. และ เคลื่อนที่ในแนวตรงจาก B ไป A ในรูป 1.8 ข. ตามลำดับ เครื่องบินไอพ่นเคลื่อนที่ไป – กลับในเส้นทางเดิม **แม้ว่าขนาดระยะทางขาไปกับระยะทางขากลับจะเท่ากัน** แต่ **การกระจัดจะมีทิศทางจากตำแหน่งแรกไปตำแหน่งสุดท้าย** ซึ่งจะมีทิศตรงข้ามกันระหว่าง การกระจัดขาไป กับ การกระจัดขากลับ ดังนั้น **การกระจัดขาไป และการกระจัดขากลับจึงไม่เท่ากันเพราะทิศทางไม่เหมือนกัน** ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ไป – กลับในเส้นทางเดิม
ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

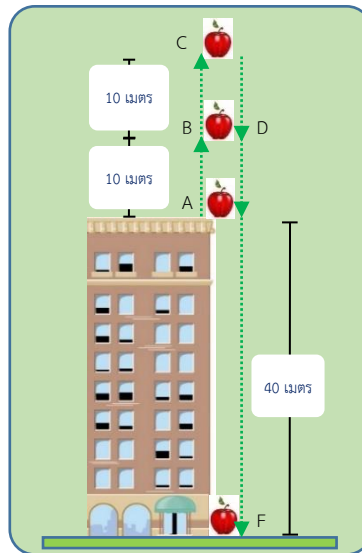
ตัวอย่างที่ 6 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงในทางเดิมตลอดเวลา เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์บนถนนตรงโดยไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง เมื่อวัดขนาดของระยะทางและขนาดของการกระจัดของการเคลื่อนที่ที่มีค่าเท่ากันซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับระยะทางในกรณีของการเคลื่อนที่ในแนวตรงไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง จะมี**ขนาดของการกระจัดเท่ากับขนาดของระยะทางเมื่อเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงโดยไม่กลับทิศทาง** ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงในทางเดิมตลอดเวลา
ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

ตัวอย่างที่ 7 การเคลื่อนที่ในแนวตรงที่มีการกลับทิศทาง จะส่งผลให้การกระจัดมีขนาดไม่เท่ากับขนาดของระยะทางเช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกโยนขึ้นในแนวดิ่ง

กรณีการโยนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งจากตึกสูง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุดวัตถุจะหยุด แล้วจะตกลงสู่พื้นด้านล่าง ในลักษณะเส้นตรงในแนวดิ่งแบบเสรีด้วยความเร่งคงตัว ดังรูปที่ 1.10



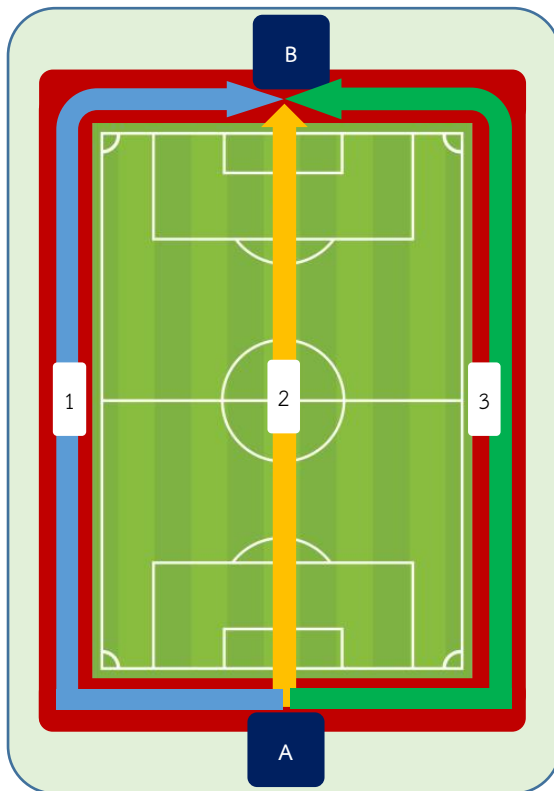
รูปที่ 1.10 การโยนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งจากตึกสูง ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

จากรูป สามารถพิจารณาและอธิบาย ได้ดังนี้

1. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นจากจุด A ไป B เป็น 10 เมตร
ระยะทาง เท่ากับ 10 เมตร การกระจัด เท่ากับ 10 เมตร มีทิศทางขึ้นจาก A ไป B
2. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นจากจุด A ไป C เป็น 20 เมตร
ระยะทาง เท่ากับ 20 เมตร การกระจัด เท่ากับ 20 เมตร มีทิศทางขึ้นจาก A ไป C
3. ถ้าวัตถุเริ่มต้นเคลื่อนที่จากจุด A ไป B และถึงจุดสูงสุดที่จุด C แล้ว ตกกลับมาที่ D
ระยะทาง เท่ากับ 30 เมตร การกระจัด เท่ากับ 10 เมตร ทิศทางขึ้นจาก A ไป D
หรือ B
4. ถ้าวัตถุเริ่มต้นเคลื่อนที่จากจุด A ไป B และถึงจุดสูงสุดที่จุด C แล้ว ตกกลับมาที่ E
ได้ระยะทาง เท่ากับ 40 เมตร การกระจัด เท่ากับ ศูนย์
5. ถ้าวัตถุเริ่มต้นเคลื่อนที่จากจุด A ไป B และถึงจุดสูงสุดที่จุด F
ระยะทาง เท่ากับ 80 เมตร การกระจัด เท่ากับ 40 เมตร มีทิศทางลงจาก A ไป F

จากลักษณะดังกล่าว จะพบว่า การเคลื่อนที่ถึงแม้จะเคลื่อนที่ในแนวตรงแต่ถ้ามีการเปลี่ยนทิศทางแล้ว จะส่งผลให้การกระจัดมีค่าไม่เท่ากับระยะทางของการเคลื่อนที่ (ทั้งขนาดและทิศทาง)

ตัวอย่างที่ 8 การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ต่างกัน การย้ายตำแหน่งจาก A ไป B ระยะทางของการเคลื่อนที่ทั้งสามเส้นทาง (สีน้ำเงิน สีส้ม และสีเขียว) จะไม่เท่ากัน แต่การกระจัดจะมีขนาดเท่ากันและเท่ากับความยาวของเส้นทางที่ 2 โดยมีทิศทางจากตำแหน่ง A ไป B เหมือนกันทั้งสามเส้น ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 การเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ต่างกัน

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

ดังนั้น การเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ จึงมีระยะทางและการกระจัดเกิดขึ้น ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จะมีขนาดเท่ากับความยาวของเส้นทางเคลื่อนที่นั้น ๆ ส่วนการกระจัดของการเคลื่อนที่ขนาดจะเป็นเส้นตรงที่สั้นที่สุดและมีทิศทางจากจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนตำแหน่งไปยังจุดสุดท้ายของการเปลี่ยนตำแหน่งนั้น

บัตรกิจกรรมที่ 1.3

ระยะทาง และการกระจัด

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

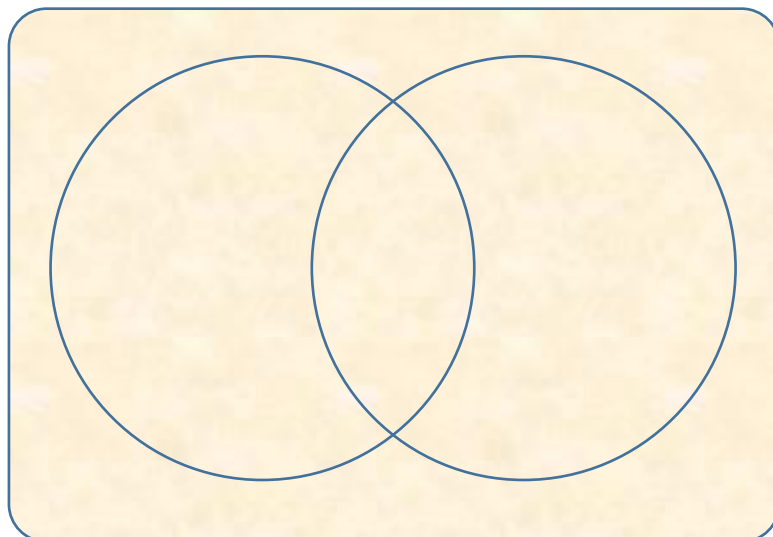
เวลา 20 นาที

ชื่อ ชื่อเล่น ชั้น ม.4 เลขที่

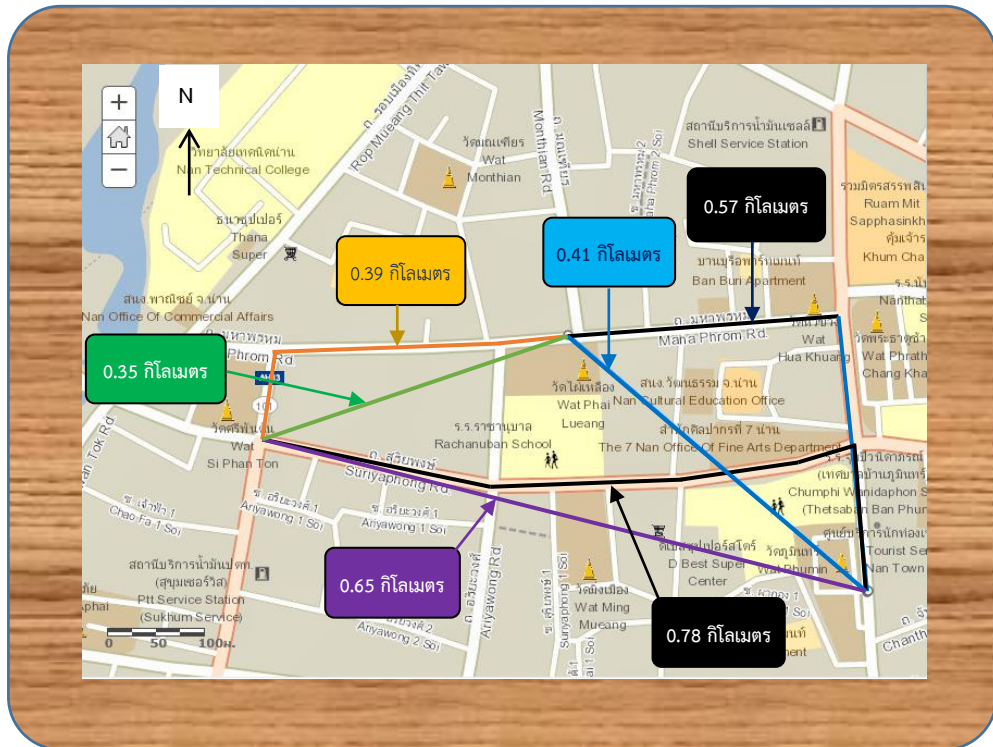
1. ให้นักเรียนเลือกคำที่กำหนดให้มาเติมลงในช่องว่าง ให้ถูกต้อง (4 คะแนน)

การกระจัด	ระยะทาง	จุดอ้างอิง
ปริมาณสเกลาร์	ตำแหน่ง	ปริมาณเวกเตอร์
1.1 ปริมาณที่มีแต่ขนาดเพียงอย่างเดียว		เรียกว่า
1.2 ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง		เรียกว่า
1.3 ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่		เรียกว่า
1.4 ปริมาณเวกเตอร์ที่บอกการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ		เรียกว่า

2. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพเวนน์ (Venn Diagram) เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของระยะทางและการกระจัด (7 คะแนน)



3. ให้นักเรียน ดูรูปแผนที่ในเขตเทศบาลเมืองน่าน แล้วตอบคำถามข้อ 1 – 6 (6 คะแนน)



รูปที่ 1.12 รูปแผนที่เขตเทศบาลเมืองน่าน

ที่มา: (ดัดแปลงจาก www.arcgis.com/home/index.html, 30 เม.ย. 2559)

- | | |
|---|---------------------|
| 3.1 ระยะทางจากวัดศรีพันต้นถึงวัดภูมินทร์ | มีขนาดเท่ากับ |
| 3.2 ระยะทางจากวัดศรีพันต้นถึงวัดไผ่เหลือง | มีขนาดเท่ากับ |
| 3.3 ระยะทางจากวัดไผ่เหลืองถึงวัดภูมินทร์ | มีขนาดเท่ากับ |
| 3.4 การกระจัดจากวัดศรีพันต้นถึงวัดภูมินทร์ | มีขนาดเท่ากับ |
| 3.5 การกระจัดจากวัดศรีพันต้นถึงวัดไผ่เหลือง | มีขนาดเท่ากับ |
| 3.6 การกระจัดจากวัดไผ่เหลืองถึงวัดภูมินทร์ | มีขนาดเท่ากับ |

4. ให้นักเรียนเปรียบเทียบระยะทางและขนาดของการกระจัดของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
(1 คะแนน)

.....

.....

บัตรกิจกรรมที่ 1.4

การทดลองหาระยะทาง และการกระจัด

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 50 นาที

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อศึกษาการวัดหาระยะทางและการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคนได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคนได้

อุปกรณ์

- | | |
|--|-----------|
| 1. วงล้อวัดระยะทาง | 1 อัน |
| 2. เข็มทิศ | 1 อัน |
| 3. เครื่องมือวัดมุมครึ่งวงกลม (ขนาดใหญ่) | 1 อัน |
| 4. นาฬิกาจับเวลา | 1 เครื่อง |
| 5. เชือกฟาง | 1 เส้น |



วิธีทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมาที่บริเวณสนามหน้าอาคารเรียน 6 แล้วใช้เข็มทิศหาทิศเหนือ
2. กำหนดจุดเริ่มต้นการเดินให้เป็นจุด A ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของถนนรอบสนาม นักเรียนยืนหันหน้าไปทางทิศเหนือ แล้วเดินออกจากจุดเริ่มต้นไปตามถนนโดยถือวงล้อวัดระยะทางไปด้วย จับเวลา 30 วินาที หยุดเดินให้เป็นจุด B บันทึกระยะทางที่เดินได้ลงในตารางบันทึกผล
3. ออกเดินทางต่อจากจุด B ตามถนนรอบสนามโดยถือวงล้อวัดระยะทางไปด้วย จับเวลา 30 วินาที หยุดเดินให้เป็นจุด C แล้วบันทึกระยะทางที่เดินได้ลงในตารางบันทึกผล
4. นำเชือกฟางดึงให้ตึงจากจุด A ไปยังจุด B กำหนดให้เป็นช่วงที่ 1 แล้วดึงต่อจากจุด B ไปยังจุด C กำหนดให้เป็นช่วงที่ 2 แล้วดึงต่อจากจุด C ไปยังจุด A กำหนดให้เป็นช่วงที่ 3 วัดความยาวของเชือกฟางแต่ละช่วง บันทึกลงในตารางบันทึกผล

5. ในขณะที่ดึงเชือกฟางอยู่นั้น ให้วัดค่ามุมที่แนวของเชือกฟางแต่ละช่วงทำกับแกนทิศเหนือ และวัดค่ามุมในระหว่างแนวเชือกฟางช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 ด้วยเครื่องมือวัดมุมครึ่งวงกลม บันทึกลงในตารางบันทึกผล
6. ทดลองซ้ำตามข้อ 2 – 5 อีกจำนวน 2 ครั้ง แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล
7. นักเรียนเดินออกจากจุดเริ่มต้นวนไปตามถนนรอบสนามครบ 1 รอบ (ให้กลับมาหยุดที่จุดเริ่มต้น) โดยถือวงล้อวัดระยะทางไปด้วย บันทึกระยะทางที่ได้ลงในตารางบันทึกผล
8. ตอบคำถามและสรุปผลการทำกิจกรรม แล้วแต่ละกลุ่มมานำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายร่วมกัน

ขอให้ลูก ๆ สนุกกับกิจกรรมในวันนี้
และตั้งใจวัดระยะทางและการกระจัดและดรีบ



บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 1.4

การทดลองหาระยะทาง และการกระจัด

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 50 นาที

ชื่อ ชื่อเล่น ชั้น ม.4 เลขที่

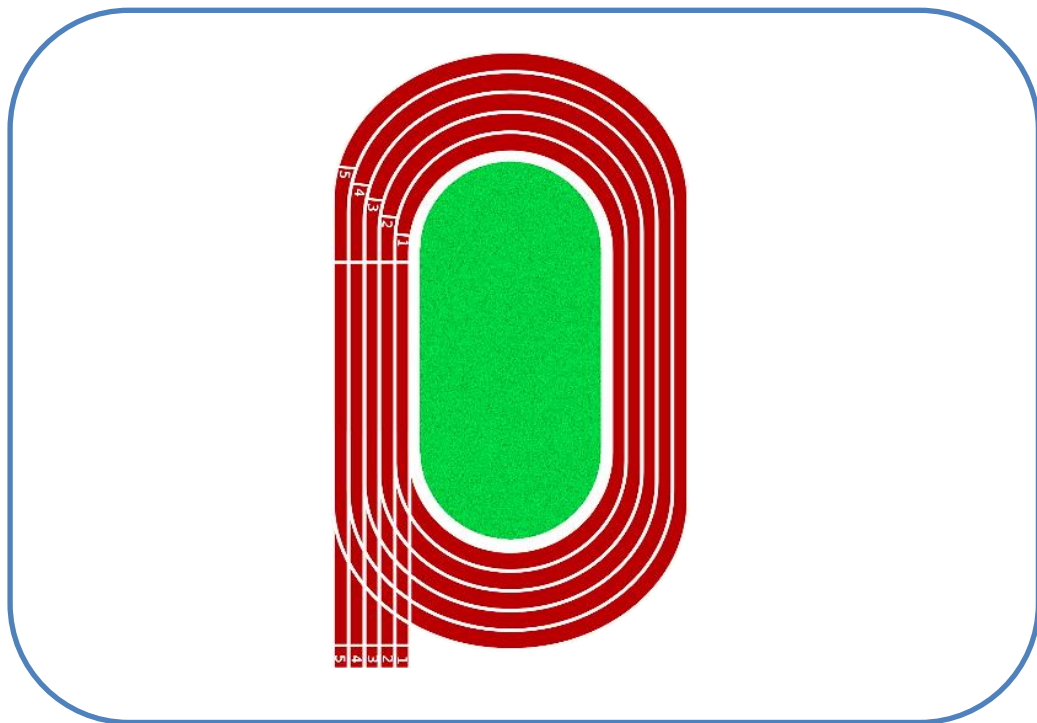
ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดระยะทาง

ครั้งที่	ระยะทาง (m)			
	จุด A ถึง จุด B	จุด B ถึง จุด C	จุด A ถึง จุด C	เดิน 1 รอบสนาม
1				
2				
3				

ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดการกระจัด

ครั้งที่	ความยาวของเชือกฟาง (m)			มุมของแนวเชือกฟาง (องศา)			
	จุด A ถึง จุด B	จุด B ถึง จุด C	จุด A ถึง จุด C	ช่วงที่ 1 กับ ทิศเหนือ	ช่วงที่ 2 กับ ทิศเหนือ	ช่วงที่ 3 กับ ทิศเหนือ	ช่วงที่ 2 กับ ช่วงที่ 3
1							
2							
3							

ให้นักเรียนวาดรูปเส้นทางการเดิน และแนวการกระจัด พร้อมระบุความยาวและค่ามุม



คำถามหลังกิจกรรม (9 คะแนน)

1. ระยะทางที่วัดได้จากการเดินจากจุด A ไปยังจุด B เป็นเท่าใด วัดได้อย่างไร

ตอบ.....

2. ระยะทางที่วัดได้จากการเดินจากจุด B ไปยังจุด C เป็นเท่าใด วัดได้อย่างไร

ตอบ.....

3. ระยะทางที่วัดได้จากการเดินจากจุด A ไปยังจุด C เป็นเท่าใด วัดได้อย่างไร

ตอบ.....

4. การเดินจากจุด A ไปยังจุด B มีขนาดของการกระจัดเป็นเท่าใด มีทิศใด และวัดได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

5. การเดินจากจุด B ไปยังจุด C มีขนาดของการกระจัดเป็นเท่าใด มีทิศใด และวัดได้อย่างไร

ตอบ.....
.....

6. การเดินจากจุด A ไปยังจุด C มีขนาดของการกระจัดเป็นเท่าใด มีทิศใด และวัดได้อย่างไร

ตอบ.....
.....

7. ระยะทางและขนาดของการกระจัดของการเดินในแต่ละช่วงเท่ากันหรือไม่ จงอธิบาย

ตอบ.....

8. การเดินจากจุด A ไปยังจุด C มีวิธีหาระยะทางเหมือนหรือแตกต่างจากวิธีหาขนาดของการกระจัดอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ.....
.....
.....
.....

9. การเดิน 1 รอบ วัดขนาดของการกระจัดได้เท่าใด ค่าที่วัดได้มีความหมายว่าอย่างไร

ตอบ.....
.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

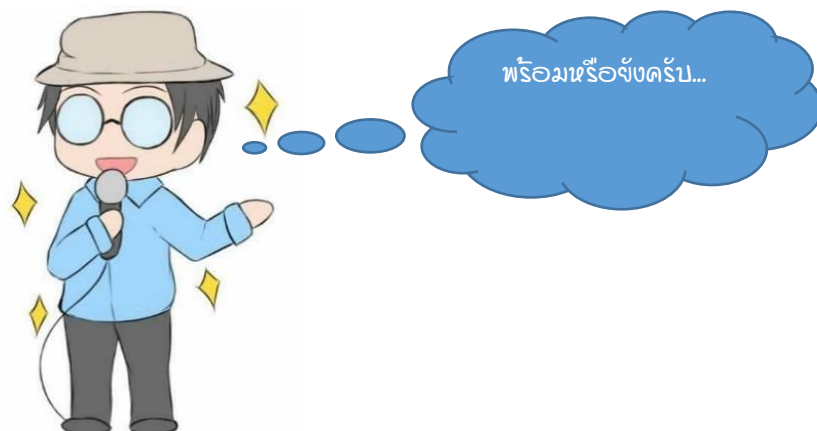
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

บัตรคำสั่งที่ 1.2

การคำนวณ ระยะทาง และ การกระจัด

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ให้สมาชิกในกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มและเลขากลุ่ม
2. ตัวแทนกลุ่มรับเอกสารเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มเก็บไว้ที่ตัวแทนกลุ่มจำนวน 1 ชุด
บัตรความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัดลัพธ์
บัตรกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัดลัพธ์
แนวคำตอบบัตรกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัดลัพธ์
3. ตัวแทนกลุ่มอ่านคำชี้แจงในบัตรเนื้อหา เรื่อง การบอกตำแหน่ง ระยะทางและการกระจัด
ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง แล้วร่วมกันปฏิบัติตามกิจกรรมตามเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งบันทึกลงใน
บัตรกิจกรรมของตนเองจนเสร็จสิ้นกิจกรรม
4. นักเรียนภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนผลงานของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อตรวจคำตอบ
5. ตัวแทนกลุ่มอ่านแนวคำตอบให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เพื่อทำการตรวจคำตอบในบัตรกิจกรรม
6. ตัวแทนกลุ่มรวบรวมบัตรกิจกรรมที่ผ่านการตรวจแล้วส่งครูเพื่อประเมินผลต่อไป



บัตรความรู้ที่ 1.3

การคำนวณหาระยะทาง และการกระจัดลัพธ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

สามารถคำนวณหาระยะทางและการกระจัดลัพธ์ได้

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา บัตรความรู้ เรื่อง การคำนวณหาระยะทางและการกระจัดลัพธ์ ให้เข้าใจ และสรุปเป็นองค์ความรู้ (10 นาที)
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในบัตรกิจกรรมที่ 1.5 (30 นาที)



การคำนวณ ระยะทาง และ การกระจัดลัพธ์

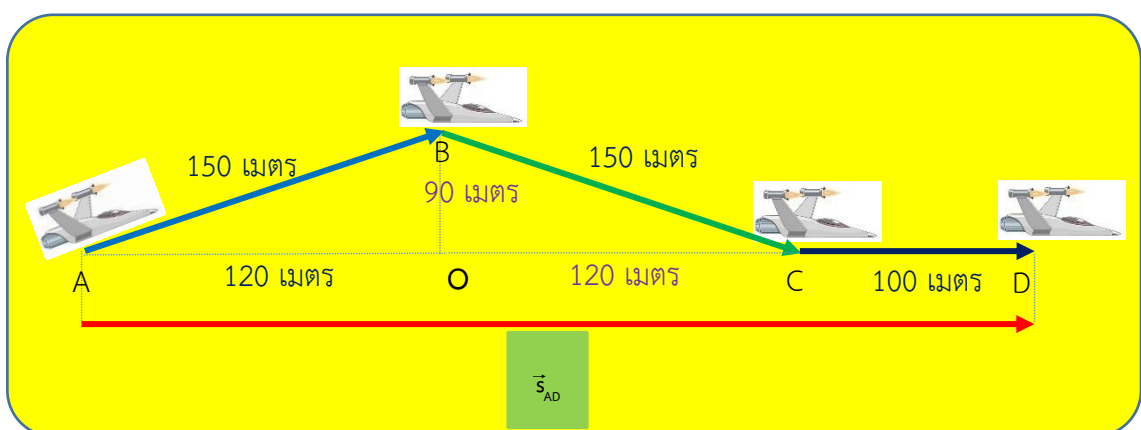
การคำนวณระยะทาง

ระยะทางเป็นปริมาณปริมาณสเกลาร์ที่บอกเฉพาะขนาดของการเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการคำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่ทั้งหมด สามารถนำขนาดของตัวเลขมารวมตามแบบพีชคณิตของตัวเลขปกติทั่วไป

การคำนวณการกระจัด

การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ของการเคลื่อนที่ ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง การคำนวณหาการกระจัดลัพธ์ (Resultant displacement) จึงใช้หลักการรวมเวกเตอร์ ซึ่งสามารถหาได้จากวิธีการสร้างรูป หรือ วิธีการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 9 เครื่องบินขับไล่มีแนวการบินเป็นเส้นตรงในช่วงต่าง ๆ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่จุด A ไปยังจุด B จุด C จนถึงจุดสุดท้ายที่จุด D ดังรูป จงหาระยะทาง และการกระจัดลัพธ์ของการเคลื่อนที่ของเครื่องบินขับไล่



รูปที่ 1.13 ประกอบตัวอย่างที่ 9 ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

วิธีทำ **พิจารณาระยะทาง**

ระยะทางช่วง AB ได้ขนาด = 150 เมตร

ระยะทางช่วง BC ได้ขนาด = 150 เมตร

ระยะทางช่วง CD ได้ขนาด = 100 เมตร

ระยะทางช่วง AC ได้ขนาด = $AB + BC = 150 + 150 = 300$ เมตร

และ ระยะทางช่วง AD ได้ขนาด = $AB + BC + CD = 150 + 150 + 100 = 400$ เมตร

พิจารณาหาการกระจัด

การกระจัดช่วง AB ได้ขนาด = 150 เมตร ทิศจาก A ไป B

การกระจัดช่วง BC ได้ขนาด = 150 เมตร ทิศจาก B ไป C

การกระจัดช่วง CD ได้ขนาด = 100 เมตร ทิศจาก C ไป D

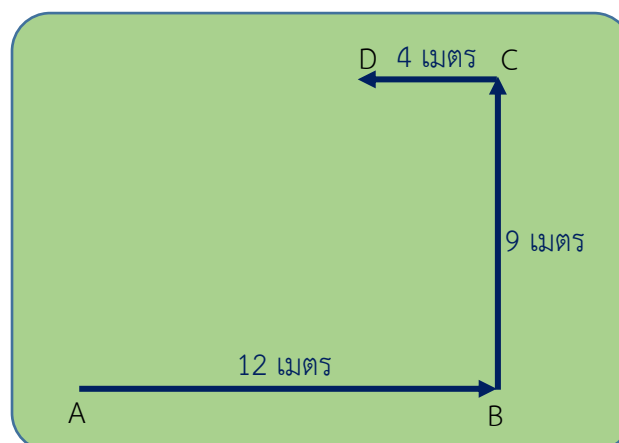
การกระจัดช่วง AC ได้ขนาด = $AO + OC = 120 + 120 = 240$ เมตร ทิศจาก A ไป C

และ การกระจัดช่วง AD ได้ขนาด = $AO + OC + CD$
 $= 120 + 120 + 100 = 340$ เมตร ทิศจาก A ไป D

ตอบ เครื่องบินขับไล่ บินจาก A ไป D ได้**ระยะทาง** 400 เมตร

และมี**การกระจัด** เท่ากับ 340 เมตร **ทิศ**จาก A ไป D

ตัวอย่างที่ 10 การเคลื่อนที่ของวัตถุ จาก A --> B --> C --> D ในลักษณะเป็นส่วนหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังรูป จงหาขนาดของระยะทางและการกระจัด ในคำถามข้อ 1 – 6



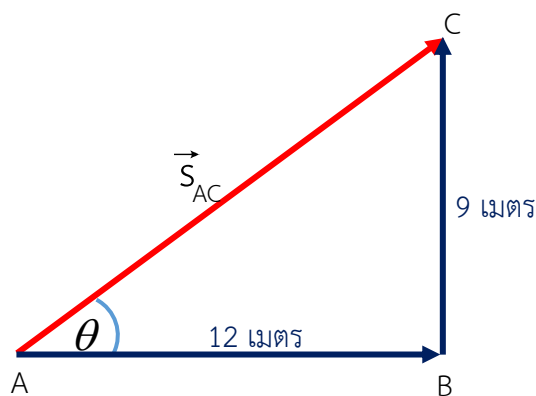
รูปที่ 1.14 ประกอบตัวอย่างที่ 10

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

คำถาม 1. ระยะทาง AB = เมตร 2. การกระจัด AB = เมตร
 3. ระยะทาง AC = เมตร 4. การกระจัด AC = เมตร
 5. ระยะทาง AD = เมตร 6. การกระจัด AD = เมตร

ตอบ 1. ระยะทาง AB = 12 เมตร 2. การกระจัด AB = 12 เมตร
 3. ระยะทาง AC = 21 เมตร 4. การกระจัด AC = 15 เมตร
 5. ระยะทาง AD = 25 เมตร 6. การกระจัด AD = 12 เมตร

วิธีทำ ข้อ 4 พิจารณาหาการกระจัดลัพธ์ $\vec{AC} = \vec{s}_{AC}$



จากทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากของพีทาโกรัส

$$|\vec{s}_{AC}| = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2}$$

จะได้ขนาดของการกระจัดลัพธ์ AC

$$|\vec{s}_{AC}| = \sqrt{(12)^2 + (9)^2}$$

$$|\vec{s}_{AC}| = 15 \text{ เมตร}$$

พิจารณาทิศทาง จาก

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

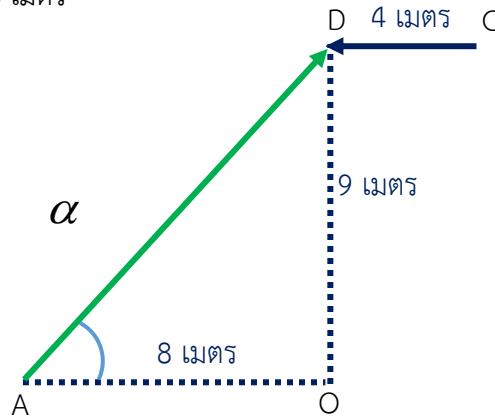
$$\tan \theta = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}$$

$$\theta = 37^\circ$$

ดังนั้น ขนาดของการกระจัดลัพธ์ $\vec{AC} = \vec{s}_{AC} = 15$ เมตร

วิธีทำ ข้อ 6 พิจารณาการหาขนาดการกระจัดลัพธ์ $\vec{AD} = \vec{s}_{AD}$ แบบที่ 1

ต่อแนว DO ระยะ 9 เมตร ให้ขนานกับกับ BC และตั้งฉากกับ AB
จะได้ระยะ AO เท่ากับ 8 เมตร



จากทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากของพีทาโกรัส

$$|\vec{s}_{AD}| = \sqrt{(AO)^2 + (OD)^2}$$

จะได้ขนาดของการกระจัดลัพธ์ AC

$$|\vec{s}_{AC}| = \sqrt{(8)^2 + (9)^2}$$

$$|\vec{s}_{AC}| = 12.04 \text{ เมตร}$$

พิจารณาทิศทาง จาก

$$\tan \alpha = \frac{OD}{AO}$$

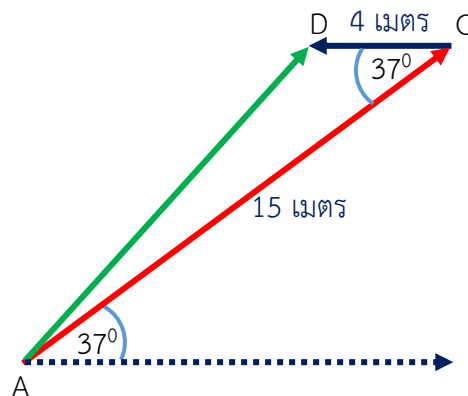
$$\tan \theta = \frac{9}{8}$$

$$\theta = 48.37^\circ$$

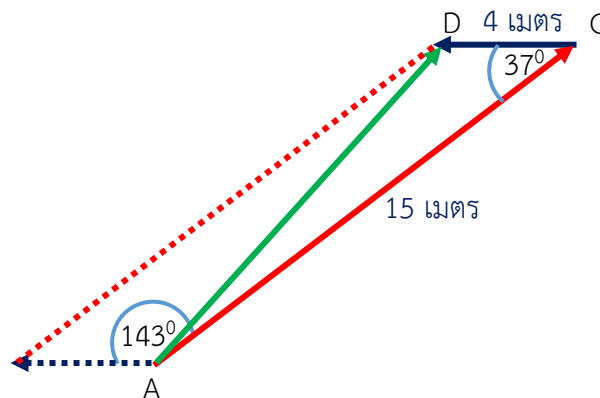
ดังนั้น ขนาดของการกระจัดลัพธ์ $\vec{AD} = \vec{s}_{AD} = 12 \text{ เมตร}$

พิจารณาการหาขนาดการกระจัดลัพธ์ $\vec{AD} = \vec{s}_{AD}$ แบบที่ 2

จากการพิจารณาการกระจัดลัพธ์ $AC = 15$ เมตร ทำมุม 37° กับ AB
 จะได้ว่า CD ทำมุม 37° กับ AB ดังรูป



และเมื่อเขียนรูปเวกเตอร์แบบหางต่อหาง เพื่อพิจารณาการหาขนาดการกระจัดลัพธ์ $\vec{AD}$ ซึ่งเป็น
 ผลรวมของเวกเตอร์ CD และ AC จะได้ว่า CD ทำมุม 143° กับ AC ดังรูป



จะได้ขนาดของการกระจัดลัพธ์ $\vec{AD}$

$$|\vec{s}_{AD}| = \sqrt{(CD)^2 + (AC)^2 + 2(CD)(AC)\cos(143^\circ)}$$

$$|\vec{s}_{AD}| = \sqrt{(4)^2 + (15)^2 + \left[2(4)(15) \left(-\frac{4}{5} \right) \right]}$$

$$|\vec{s}_{AD}| = 12.04 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น ขนาดของการกระจัดลัพธ์ $\vec{AD} = \vec{s}_{AD} = 12$ เมตร

บัตรกิจกรรมที่ 1.5

การคำนวณ ระยะทาง และการจัดลำดับ

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการจัด

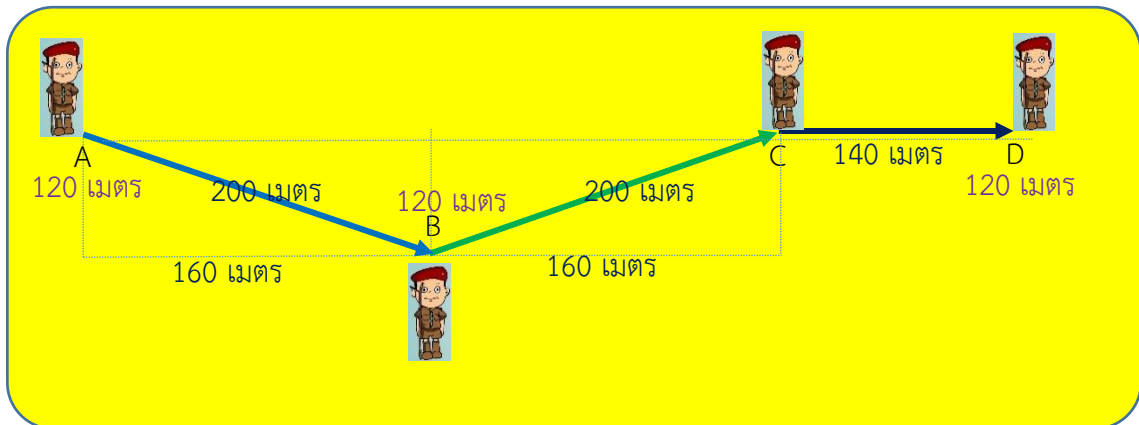
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 30 นาที

ชื่อ ชื่อเล่น ชั้น ม.4 เลขที่

1. ลูกเสือเดินทางไกลมีแนวการเดินทางเป็นเส้นตรงในช่วงต่าง ๆ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่จุด A ไปยังจุด B จุด C จนถึงจุดสุดท้ายที่จุด D ดังรูป จงหาระยะทาง และการจัดลำดับของการเคลื่อนที่ของลูกเสือ ในช่วงต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.15 ประกอบแบบฝึกหัดที่ 1

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

1. ระยะทาง

ระยะทางช่วง AB ได้ขนาด = เมตร ระยะทางช่วง BC ได้ขนาด = เมตร

ระยะทางช่วง CD ได้ขนาด = เมตร ระยะทางช่วง AC ได้ขนาด = เมตร

ระยะทางช่วง AD ได้ขนาด = เมตร

2. การการจัด

การการจัดช่วง AB ได้ขนาด = เมตร ทิศ

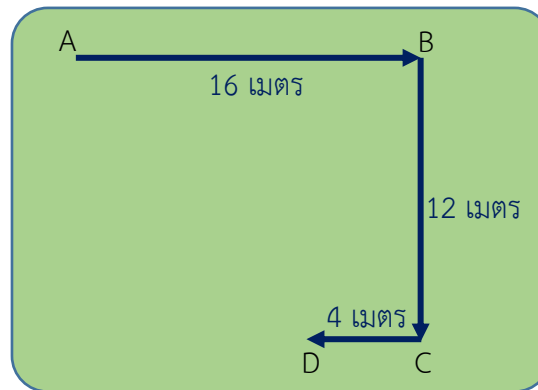
การการจัดช่วง BC ได้ขนาด = เมตร ทิศ

การการจัดช่วง CD ได้ขนาด = เมตร ทิศ

การการจัดช่วง AC ได้ขนาด = เมตร ทิศ

การการจัดช่วง AD ได้ขนาด = เมตร ทิศ

2. การเคลื่อนที่ของวัตถุ จาก A → B → C → D ในลักษณะเป็นส่วนหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังรูป จงหาขนาดของระยะทางและการกระจัด ในคำถามข้อ 1 – 6

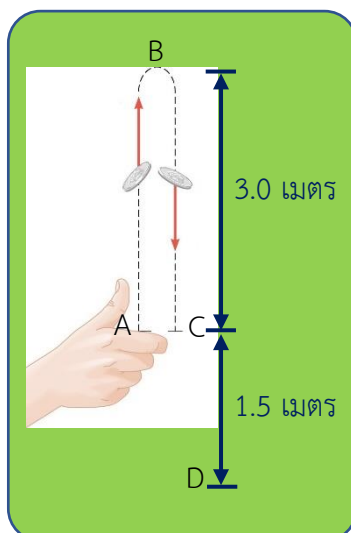


รูปที่ 1.16 ประกอบแบบฝึกหัดที่ 2

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

- คำถาม 1. ระยะทาง AB = เมตร 2. การกระจัด AB = เมตร
 3. ระยะทาง AC = เมตร 4. การกระจัด AC = เมตร
 5. ระยะทาง AD = เมตร 6. การกระจัด AD = เมตร

3. ดึงเหรียญจากจุด A ขึ้นไปในแนวตั้ง ถึงจุดสูงสุดที่จุด B เหรียญตกกลับมาที่จุดโยนอีกครั้งที่จุด C แล้วตกลงถึงพื้นที่จุด D ระยะที่เหรียญเคลื่อนที่เป็นดังรูป จงหาระยะทางและการกระจัด ข้อ 1 – 6



คำถาม ระยะทาง

1. ระยะทาง AB = เมตร
 2. ระยะทาง AC = เมตร
 3. ระยะทาง AD = เมตร

คำถาม การกระจัด

4. การกระจัด AB ได้ขนาด = เมตร ทิศ
 5. การกระจัด AC ได้ขนาด = เมตร ทิศ
 6. การกระจัด AD ได้ขนาด = เมตร ทิศ

รูปที่ 1.16 ประกอบแบบฝึกหัดที่ 3

ที่มา: (แท้ นามแก้ว, 30 เม.ย. 2559)

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการกระทำ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เวลา 10 นาที

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

- อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่จากจุด P ไปยังจุด Q ไปตามเส้นทาง ดังรูป ระยะทางที่เกิดขึ้นไม่ขึ้นกับปริมาณในข้อใด



- ตำแหน่งของ Q
 - ตำแหน่งของ P
 - ทิศทางจาก P ถึง Q
 - เส้นทางจาก P ถึง Q
- ข้อใดการบอกตำแหน่งของวัตถุไม่ถูกต้อง
 - บ้านแดงอยู่กิโลเมตรที่ 10 มีรถเก๋งจอดเยื้องหน้าบ้านไปทางทิศตะวันตก
 - โรงเรียนอยู่ทางทิศตะวันออกของโรงพยาบาลเป็นระยะทาง 100 เมตร
 - วัดนันทบุรีญาณสังวรารามอยู่ห่างจากสนามบินนานไปทางทิศเหนือ 11 กิโลเมตร
 - ค่าย ม.พัน 15 ตั้งอยู่อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางทิศตะวันตกเป็นระยะ 2 กิโลเมตร
 - การบอกตำแหน่งของวัตถุ ต้องบอกถึงสิ่งใดบ้าง เพื่อให้เข้าใจความหมายได้ถูกต้องชัดเจน
 - จุดอ้างอิง
 - ทิศทางจากจุดอ้างอิง
 - ระยะห่างจากจุดอ้างอิง
 - ข้อ a และ b
 - ข้อ a และ c
 - ข้อ b และ c
 - ถูกทุกข้อ

4. ตอนเริ่มต้นวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไปทางขวา 4.0 เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที พบว่าวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไปทางซ้าย 8.0 เมตร จงหาการกระจัดของวัตถุนี้
- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. 8.0 เมตร ทางซ้าย | 2. 4.0 เมตร ทางขวา |
| 3. 12.0 เมตร ทางซ้าย | 4. 12.0 เมตร ทางขวา |
5. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 21 เมตร ครบหนึ่งรอบ การกระจัดมีค่าเท่าใด
- | | |
|-------------|------------|
| 1. 132 เมตร | 2. 84 เมตร |
| 3. 32 เมตร | 4. 0 เมตร |
6. ทหารคนหนึ่งออกเดินจากเสาธงไปทางทิศตะวันออก 40 เมตร แล้วเดินต่อไปทางเหนืออีก 30 เมตร พบป้อมยาม จากนั้นเดินต่อไปทางทิศเดิมอีก 60 เมตร จึงเลี้ยวไปทางขวาเป็นมุมฉาก แล้วเดินต่อไปจนถึงจุดซึ่งมองย้อนกลับไปที่เห็นป้อมยามอยู่ในแนวเดียวกับเสาธงพอดี ระยะทางและขนาดของการกระจัดที่เกิดขึ้นเป็นไปตามข้อใด
- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. 210 เมตร และ 150 เมตร | 2. 210 เมตร และ 120 เมตร |
| 3. 130 เมตร และ 80 เมตร | 4. 130 เมตร และ 100 เมตร |
7. คลองที่ตัดตรงจากเมือง A ไปเมือง B มีความยาว 65 กิโลเมตร ขณะที่ถนนจากเมือง A ไปเมือง B มีระยะทาง 79 กิโลเมตร ถ้าชายคนหนึ่งขนส่งสินค้าจากเมือง A ไปเมือง B โดยรถยนต์ ถามว่าสินค้านั้นมีระยะทาง และขนาดการกระจัดเป็นไปตามข้อใด
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. 79 กิโลเมตร และ 79 กิโลเมตร | 2. 79 กิโลเมตร และ 65 กิโลเมตร |
| 3. 65 กิโลเมตร และ 79 กิโลเมตร | 4. 65 กิโลเมตร และ 65 กิโลเมตร |
8. โยนวัตถุก้อนหนึ่งจากพื้นดินขึ้นไปในแนวตั้งได้ระยะความสูง 20 เมตร จากพื้นดิน เมื่อวัตถุขึ้นไปได้สูงสุดแล้วตกลงถึงพื้นดินในเวลาต่อมา ระยะทาง และการกระจัดของวัตถุมีขนาดเท่าใดตามลำดับ
- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. 40 เมตร และ 40 เมตร | 2. 40 เมตร และ 0 เมตร |
| 3. 20 เมตร และ 20 เมตร | 4. 40 เมตร และ 20 เมตร |

9. โยนวัตถุก้อนหนึ่งขึ้นไปในแนวดิ่งจากหน้าผาสูง 30 เมตร เทียบกับพื้นดิน เมื่อวัตถุขึ้นไปได้สูงสุดจากหน้าผาเป็นระยะทาง 15 เมตร และตกถึงพื้นดินในเวลาต่อมา ขนาดของการกระจัดของวัตถุคือข้อใด
1. 60 เมตร
 2. 45 เมตร
 3. 30 เมตร
 4. 15 เมตร
10. ปล่อยวัตถุก้อนหนึ่งลงมาในแนวดิ่งจากหน้าผาสูง 25 เมตร จากพื้นดิน จงหาระยะทางของวัตถุ
1. 0 เมตร
 2. 0 เมตร ทิศลงสู่พื้น
 3. 25 เมตร
 4. 25 เมตร ทิศลงสู่พื้น



ผลคะแนนสอบหลังเรียน
เราต้องเต็มแน่นอน...

กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 1 การบอกตำแหน่ง ระยะทาง และการจัด

ข้อ \ ตัวเลือก	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้



บรรณานุกรม

R. A. Serways. (1990). *Physics for Scientist & Engineers with Modern Physics* (3rd ed.).

U.S.A. Saunders College Publishing.

นิรันดร์ สุวรัตน์. (2544). *คู่มือฟิสิกส์ ม.4 เล่ม1*. กรุงเทพฯ: เรื่องแสงการพิมพ์.

ปิยพงษ์ สิทธิคง. (2538). *ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์ ฟิสิกส์พื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชันแนล เอ็นเตอร์ไพรส์ อิงค์

ปิยพงษ์ สิทธิคง. (2547). *ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินไอน์นา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2541). *หนังสือเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ 1 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โครงสร้างที่ 3*. กรุงเทพฯ : สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

