

หน่วยที่

4



การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

แนวคิด

การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นผลมาจากการที่มีแรงไปกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพโดยเปลี่ยนตำแหน่งจากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 2 โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจะทำให้เกิดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ โดยลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง เป็นการเคลื่อนที่ที่เป็นพื้นฐาน





สาระการเรียนรู้

- 1 การเคลื่อนที่ของวัตถุ
- 2 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่
- 3 การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแนวเส้นตรง
- 4 การตกแบบเสรี



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้
- 2 คำนวณหาความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่งของวัตถุได้
- 3 อธิบายลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงได้
- 4 คำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงได้
- 5 คำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกได้
- 6 เพื่อส่งเสริมให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสนใจและเห็นคุณค่าของการเรียน

วิทยาศาสตร์

7 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิชาชีพในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

8 เพื่อสร้างเจตคติที่เหมาะสมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมและมีความรับผิดชอบต่อนอง สังคม และสิ่งแวดล้อม





การเคลื่อนที่ของวัตถุ



การเคลื่อนที่ในแบบเส้นตรง



การเคลื่อนที่ของวัตถุ หมายถึง การที่วัตถุเปลี่ยนตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การวิ่งของคน ในการพิจารณาตำแหน่งของวัตถุ ณ จุดใดจุดหนึ่ง เราจะต้องมีสิ่งที่ใช้ในการอ้างอิง ตัวอย่างเช่น ถ้าถูกถามว่าบ้านของนักเรียนอยู่ตรงไหน นักเรียนก็ต้องพยายามหาสถานที่ที่เป็นที่รู้จัก เช่น วัด.... หรือซอยที่.... สิ่งต่างๆ เหล่านี้เราเรียกว่าเป็น สิ่งที่ใช้ในการอ้างอิง ในการศึกษาเรื่องของการเคลื่อนที่ สิ่งที่เราจะใช้ในการอ้างอิงจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

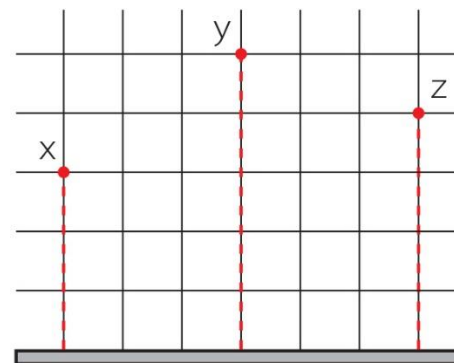
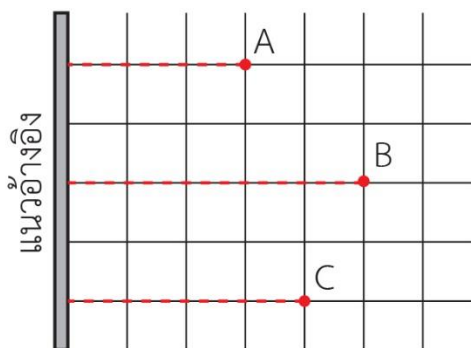


1 จุดอ้างอิง

เป็นการบอกตำแหน่งอย่างง่ายที่สุด โดยลักษณะของคำว่า “จุดอ้างอิง” จะไม่ได้หมายถึงจุดในทางคณิตศาสตร์ แต่จะหมายถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เราใช้เป็นสิ่งที่อ้างอิง เช่น โรงพยาบาล สถานีตำรวจ ฯลฯ การบอกตำแหน่งแบบนี้เป็นการบอกตำแหน่งคร่าวๆ โดยบอกเพียงระยะทางจากจุดอ้างอิงเท่านั้น

2 แนวอ้างอิง

คำว่า แนวอ้างอิง ในที่นี้จะหมายถึง เส้นที่ใช้ในการอ้างอิง ซึ่งแนวเส้นจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ การบอกตำแหน่งโดยใช้แนวอ้างอิง บางที่เราอาจจะต้องหาตำแหน่งที่แท้จริงของวัตถุ โดยการเคลื่อนที่ไปตลอดแนวอ้างอิง สำหรับแนวอ้างอิงที่ใช้ส่วนใหญ่จะนิยมใช้แนวอ้างอิง 2 แนว คือ แนวอ้างอิงแนวราบและแนวอ้างอิงแนวตั้ง



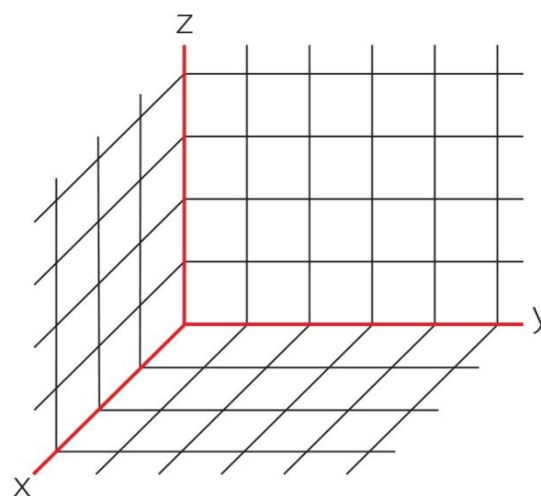
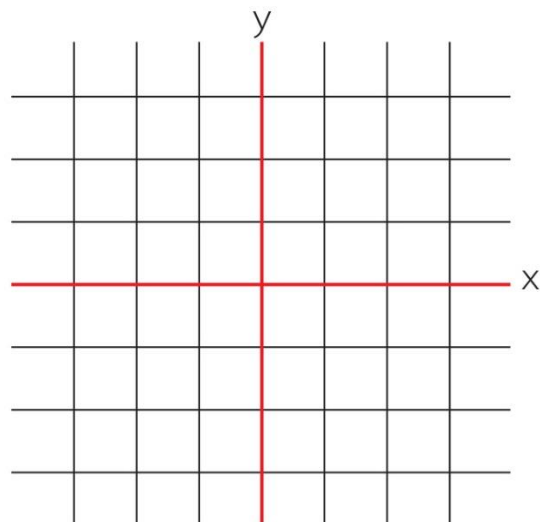
แนวอ้างอิง

รูปแนวอ้างอิง

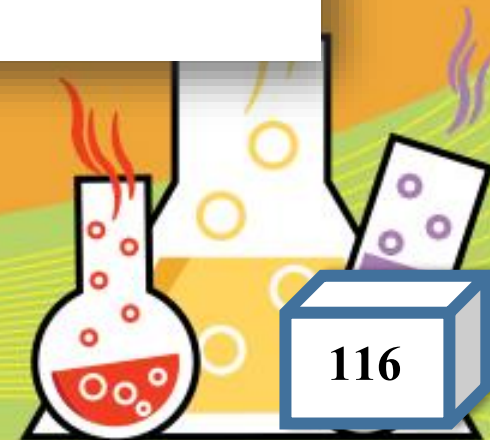
การบอกตำแหน่งก็จะบอกเป็นระยะห่างออกมาจากแนวอ้างอิงนั้น โดยระยะห่างจะเป็นระยะที่วัดตั้งฉากกับแนวอ้างอิง

3 แกนอ้างอิง

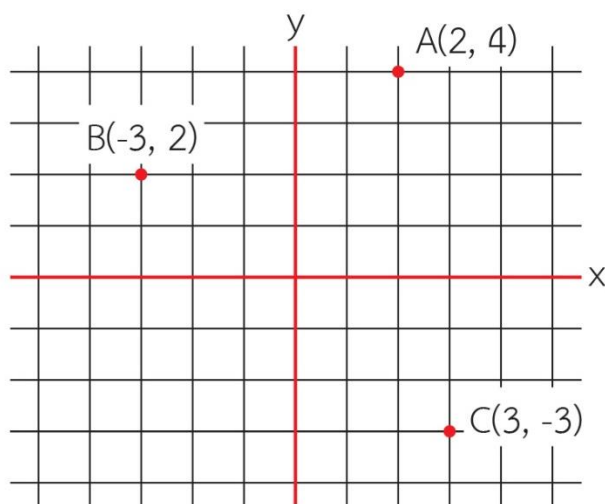
แกนอ้างอิงเป็นระบบแกนในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นระบบแกน 2 มิติ (x, y) และระบบแกน 3 มิติ (x, y, z) โดยแกนจะตั้งฉากกัน ดังรูป



รูประบบแกนอ้างอิง



การอ้างอิงโดยใช้ระบบแกนจะใช้จุดตัดเป็นจุดอ้างอิงและบอกระยะห่างไปตามแกน โดยมีค่า + และ - ในแต่ละแกน โดยการบอกตำแหน่งจะบอกค่าตามพิกัดแกน x , y , z เรียงกันไป ในที่นี้จะศึกษา เฉพาะ 2 แกน

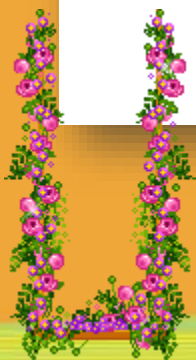


จุด A (2, 4)	มีระยะตามแกน x	2	หน่วย
	มีระยะตามแกน y	4	หน่วย
จุด B (-3, 2)	มีระยะตามแกน x	-3	หน่วย
	มีระยะตามแกน y	2	หน่วย
จุด C (3, -3)	มีระยะตามแกน x	3	หน่วย
	มีระยะตามแกน y	-3	หน่วย

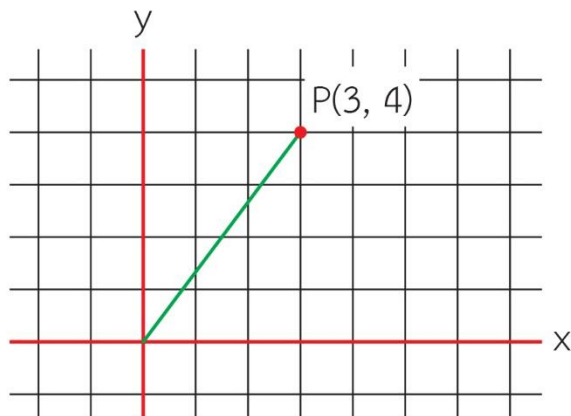


รูปการบอกตำแหน่งทางแกน x และ y

ในการหาค่าระยะห่างของแต่ละจุดจะเป็นระยะที่ห่างจากจุดตัดของแกน $(0, 0)$ ซึ่งจะหาโดยใช้



ในการหาค่าระยะห่างของแต่ละจุดจะเป็นระยะที่ห่างจากจุดตัดของแกน (0, 0) ซึ่งจะหาโดยใช้
ทฤษฎีของพิทาโกรัส



$$P^2 = x^2 + y^2$$

$$P^2 = 3^2 + 4^2$$

$$P^2 = 25$$

$$P = \sqrt{25}$$

$$P = 5 \text{ หน่วย}$$

∴ P ห่างจากจุดตัดของแกน = 5 หน่วย





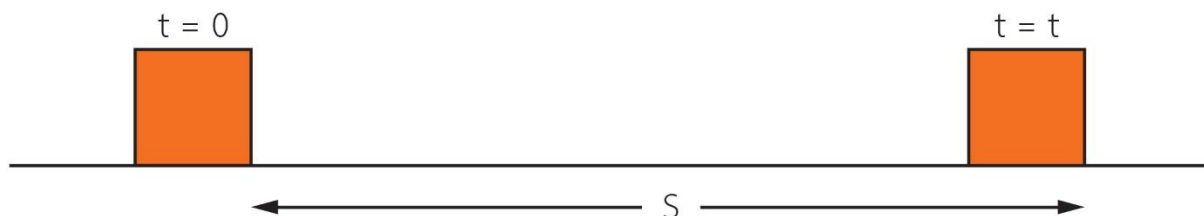
ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่



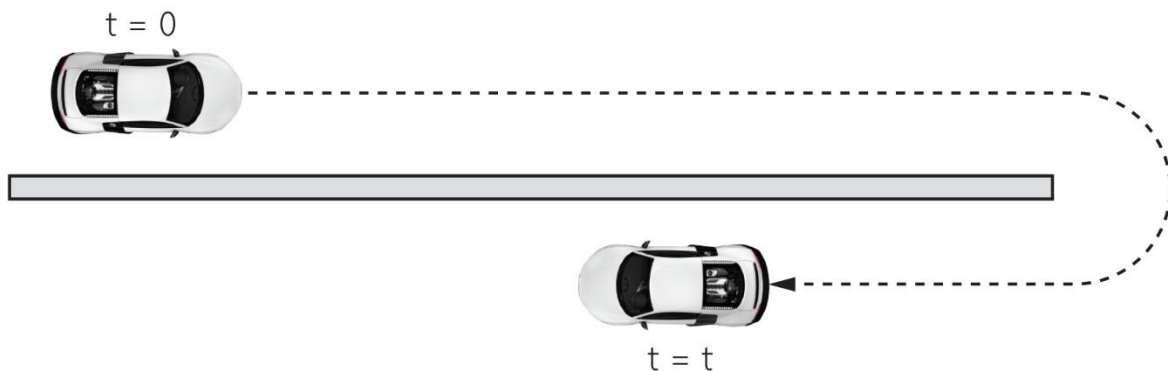
ระยะทาง (S)



เป็นระยะที่นับตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่เราสังเกตวัตถุ ($t = 0$) โดยมีจุดเริ่มต้นเป็นจุดอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตร (m) ค่าของระยะทางจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามเวลาที่ผ่านมา



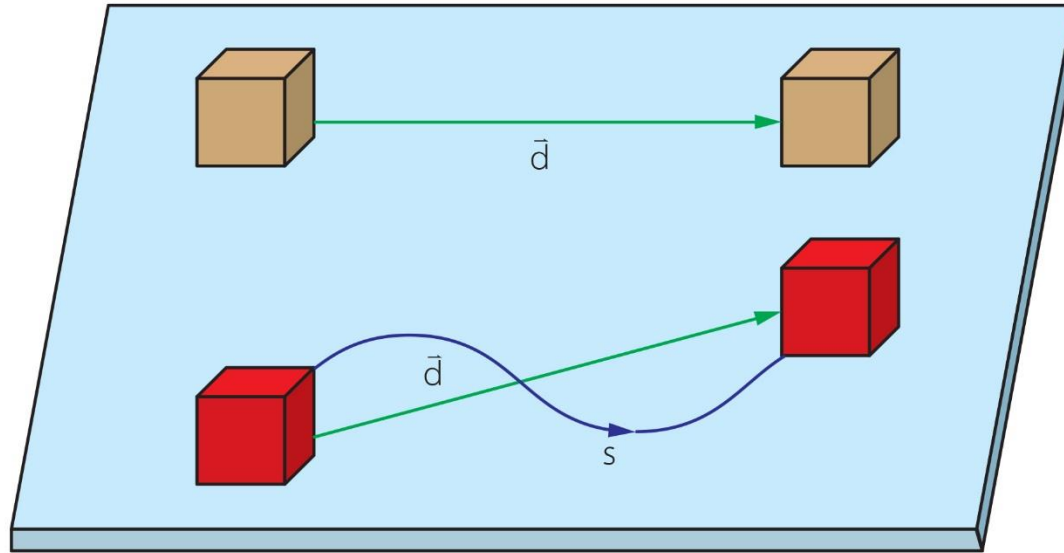
ค่าของระยะทางจะรวมทั้งหมดไม่ว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ย้อนกลับ





การกระจัด (d)

เป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ จะเป็นเส้นตรงมีทิศทางจากจุดเริ่มต้นไปหาจุดสุดท้าย ไม่ว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงหรือไม่และถ้าวัตถุกลับมาสู่จุดเริ่มต้นการกระจัด ($\vec{d}$) จะมีค่าเป็น 0



ข้อสังเกต

- ① วัตถุเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง ขนาดของการกระจัด ($|\vec{d}|$) จะมีค่าเท่ากับระยะทาง (s)
- ② วัตถุเคลื่อนที่กลับมาสู่จุดเดิม การกระจัดมีค่าเป็นศูนย์แต่ระยะทางของวัตถุจะไม่เท่ากับศูนย์





อัตราเร็ว (v)

เมื่อเราสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ เราจะพบว่า วัตถุบางวัตถุก็เคลื่อนที่อย่างช้าๆ วัตถุบางวัตถุก็เคลื่อนที่เร็ว หรือในการแข่งขัน โดยกำหนดระยะทางให้เท่ากัน ผู้ชนะจะเป็นผู้ที่ใช้เวลาน้อยที่สุด เรียงกันไป ผู้ที่ใช้เวลามากที่สุดจะเป็นผู้ที่ได้ลำดับสุดท้าย เพื่อให้เห็นความแตกต่างของการเคลื่อนที่ เราจึงนิยามคำว่า อัตราเร็ว (speed) ขึ้นมา

“อัตราเร็ว จะหมายถึง ระยะทางที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา”





ซึ่งเราสามารถจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1 อัตราเร็วเฉลี่ย (Average Speed)

เป็นการบอกความเร็วแบบคร่าวๆ ของการเคลื่อนที่โดยนับจากจุดเริ่มต้น ($t = 0$) ไปถึงเวลาช่วงหนึ่ง (t วินาที) จะได้

$$v_{av} = \frac{S}{t}$$

ตัวอย่างเช่น ในการวิ่งแข่ง 100 เมตร ผู้ชนะใช้เวลาได้ 10 วินาที จะได้อัตราเร็วเฉลี่ยของผู้ชนะ

$$\begin{aligned} \text{จาก } v_{av} &= \frac{S}{t} \\ &= \frac{100}{10} \\ &= 10 \text{ m/s} \\ \text{อัตราเร็วเฉลี่ย} &= 10 \text{ เมตร/วินาที} \end{aligned}$$



แต่ไม่ได้หมายความว่าผู้ชนะจะต้องวิ่งได้ 10 เมตรทุกๆ 1 วินาที วินาทีแรกออกสตาร์ทจะได้น้อยกว่า 10 เมตร แต่วิ่งไปแล้วช่วงหลังอาจจะได้มากกว่า 10 เมตร ใน 1 วินาที

ตัวอย่าง

วิธีทำ

นักเรียนขี่จักรยานเป็นวงกลมโดยรัศมี 14 เมตรใช้เวลา 80 วินาทีจึงครบ 1 รอบ
อัตราเร็วเฉลี่ยของการขี่จักรยานมีค่าเท่าไร

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร} \quad v_{av} &= \frac{S}{t} \\ &= \frac{2\pi R}{t} \\ &= \frac{2 \times 22 \times 14}{7 \times 80} \\ &= 1.1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

อัตราเร็วเฉลี่ยของการขี่จักรยานมีค่า 1.1 เมตร/วินาที



2 อัตราเร็วเฉลี่ยระหว่าง 2 ช่วงจุด

เป็นการบอกอัตราเร็วแบบต่างๆ ของการเคลื่อนที่ โดยแบ่งช่วงของการพิจารณาออกเป็นช่วงๆ หรืออาจจะกำหนดช่วงให้กว้างหรือแคบตามข้อมูลที่บันทึกผล

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Δs = ผลต่างของระยะทางของ 2 จุด

Δt = ผลต่างของเวลา 2 จุด



ตัวอย่าง

ในการวิ่ง 100 เมตร บันทึกข้อมูลได้ดังนี้ จงหาอัตราเร็วแต่ละช่วง

ระยะทาง (เมตร)	0	10	25	40	60	80	100
เวลา (วินาที)	0	2	3	5	6	8	10

จากตารางเราจะหาค่าอัตราเร็วแต่ละช่วงเรียงกันไปได้ดังนี้

$$\text{หาอัตราเร็วช่วงที่ ①} \quad v_1 = \frac{10 - 0}{2 - 0}$$

$$= 5 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็วช่วงที่ ②} \quad v_2 = \frac{25 - 10}{3 - 2}$$

$$= 15 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็วช่วงที่ ③} \quad v_3 = \frac{40 - 25}{5 - 3}$$

$$= 7.5 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็วช่วงที่ ④} \quad v_4 = \frac{60 - 40}{6 - 5}$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็วช่วงที่ ⑤} \quad v_5 = \frac{80 - 60}{8 - 6}$$

$$= 10 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็วช่วงที่ ⑥} \quad v_6 = \frac{100 - 80}{10 - 8}$$

$$= 10 \text{ m/s}$$



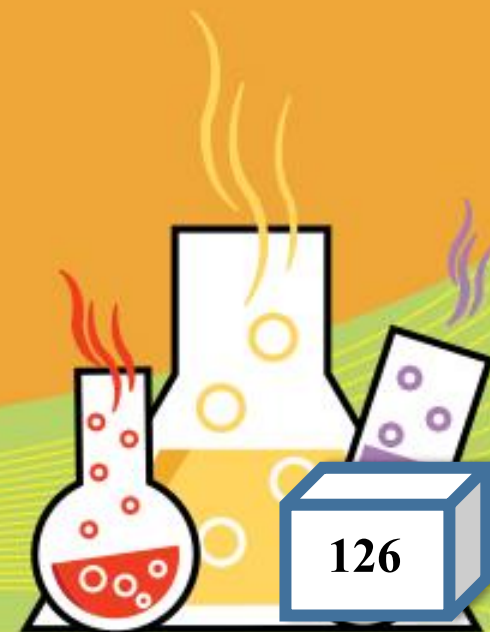
3 อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous Speed)

เป็นการอธิบายที่ละเอียดลงไป ณ วินาทีนั้นวัตถุมีอัตราเร็วเท่าไร เช่น เราจะหาความเร็วของวินาทีที่ 1 วินาทีที่ 5 วินาทีที่ 10 ซึ่งเราเรียกว่า อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง โดยเราจะหาจากวินาทีที่จุดกึ่งกลางของช่วงวินาทีของจุด 2 จุดที่ใกล้กับวินาทีนั้นจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยจะหาจาก

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Δs = ผลต่างของระยะทางของ 2 จุด

Δt = ผลต่างของเวลา 2 จุด



จากการบันทึกข้อมูลของการเคลื่อนที่ในแต่ละช่วง

ระยะทาง (เมตร)	20	50	80	100
เวลา (วินาที)	4	6	8	10

จาก $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

แทนค่า $v = \frac{50 - 20}{6 - 4}$

$v = 15 \text{ m/s}$ จะเป็นความเร็ววินาทีที่ 5

แทนค่า $v = \frac{80 - 20}{8 - 4}$

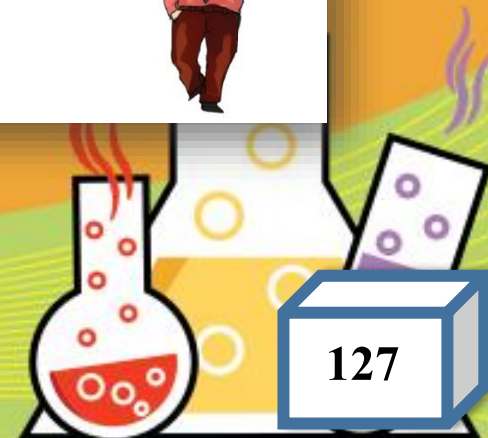
$v = 15 \text{ m/s}$ จะเป็นความเร็ววินาทีที่ 6

แทนค่า $v = \frac{100 - 80}{10 - 8}$

$v = 10 \text{ m/s}$ จะเป็นความเร็ววินาทีที่ 9

ข้อสังเกต

“อัตราเร็วเฉลี่ย
ของจุด 2 จุด
จะเป็นอัตราเร็ว
ตรงวินาทีที่จุด
กึ่งกลางของ
ช่วงนั้น”



ตัวอย่าง

จากการบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ อัตราเร็ววินาทีที่ 2, 6, 9 และ 13

ระยะทาง (เมตร)	0	12	40	60	96
เวลา (วินาที)	0	4	8	10	16

$$\text{หาอัตราเร็ววินาทีที่ 2 ได้จาก } v = \frac{12 - 0}{4 - 0}$$

$$= 3 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็ววินาทีที่ 6 ได้จาก } v = \frac{40 - 12}{8 - 4}$$

$$= 7 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็ววินาทีที่ 9 ได้จาก } v = \frac{60 - 40}{10 - 8}$$

$$= 10 \text{ m/s}$$

$$\text{หาอัตราเร็ววินาทีที่ 13 ได้จาก } v = \frac{96 - 60}{16 - 10}$$

$$= 6 \text{ m/s}$$





ความเร็ว (Velocity, $\vec{v}$)



ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง นิยามของความเร็ว
ความเร็วหมายถึง “การกระจัดลัพธ์ที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา”

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t}$$

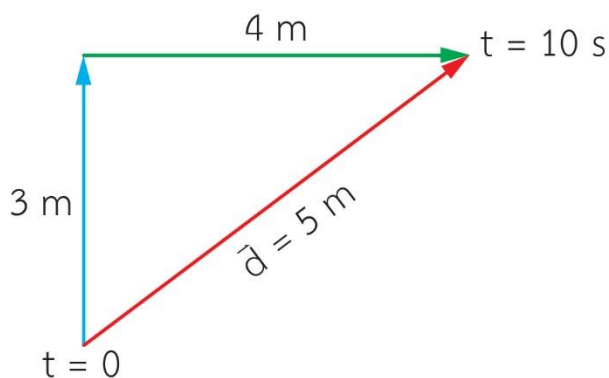
$\vec{v}$ มีหน่วยเป็น m/s

ถ้าเดินขึ้นไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 3 เมตร จากนั้นเดินไปทางทิศตะวันออก 4 เมตร โดยใช้เวลาทั้งหมด 10 วินาที จงหาความเร็วของการเคลื่อนที่



ตัวอย่าง

ถ้าเดินขึ้นไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 3 เมตร จากนั้นเดินไปทางทิศตะวันออก 4 เมตร โดยใช้เวลาทั้งหมด 10 วินาที จงหาความเร็วของการเคลื่อนที่



จากรูป หาการกระจัดลัพธ์

$$d^2 = 3^2 + 4^2$$

$$d^2 = 25$$

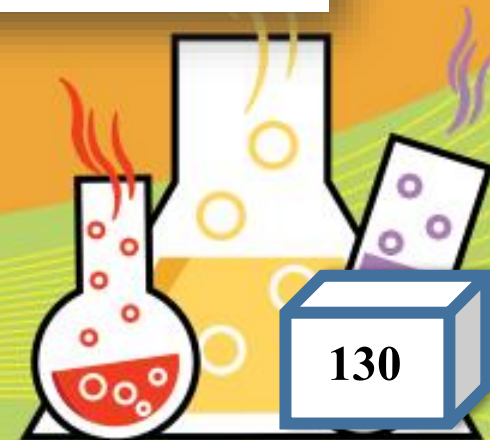
$$d = 5$$

จากสูตร $\bar{v} = \frac{\Delta \bar{d}}{\Delta t}$

$$\bar{v} = \frac{5}{10}$$

$$\bar{v} = 0.5 \text{ m/s}$$

∴ ความเร็วของการเคลื่อนที่ เท่ากับ 0.5 เมตร/วินาที

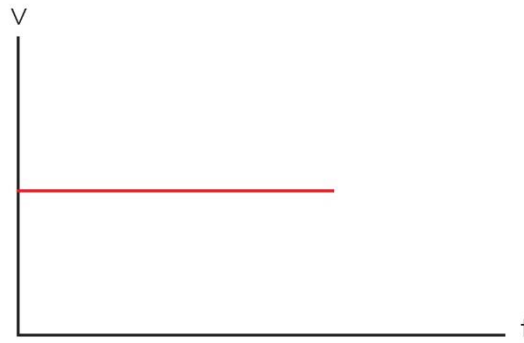




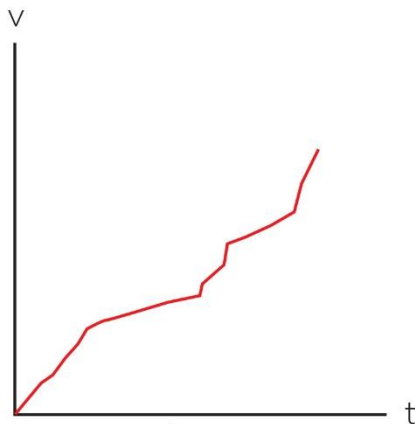
ความเร็ว (Acceleration, อี)

ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความเร็วจะแบ่งออกเป็นลักษณะได้ 3 ลักษณะ คือ

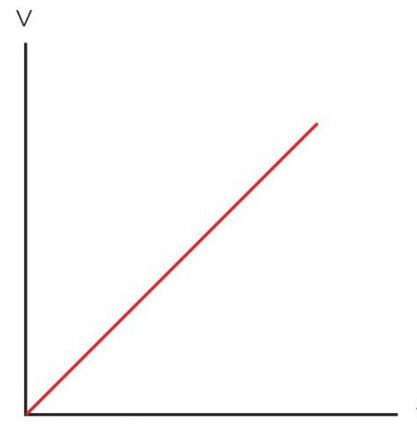
① ความเร็วคงที่ เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุ ที่ความเร็วทุกวินาทีจะมีค่าเท่ากันหมด ซึ่งเมื่อนำมาเขียนกราฟสัมพันธ์กับเวลาจะได้กราฟดังรูป



② ความเร็วเพิ่มขึ้นทุกๆ วินาทีที่ผ่านไป ค่าของความเร็วจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังกราฟ



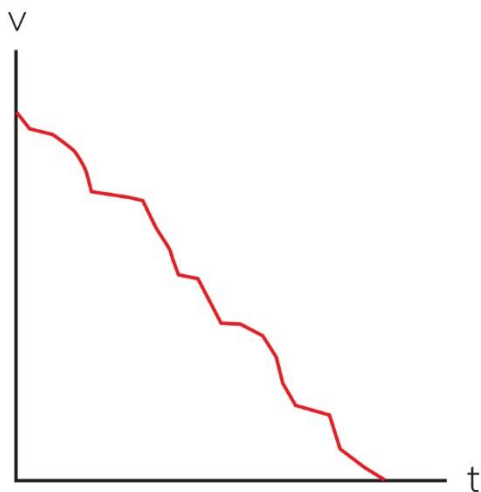
v เพิ่มขึ้นไม่แน่นอน



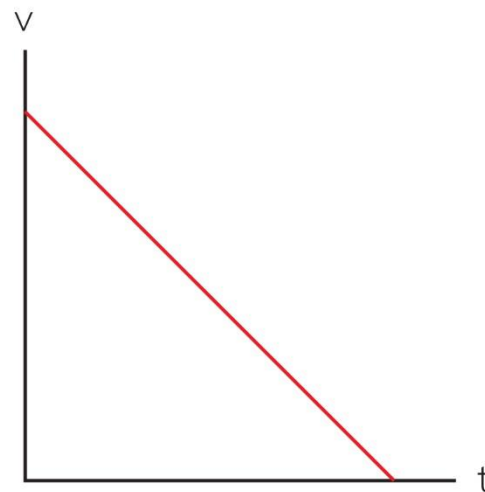
v เพิ่มขึ้นอย่างมีสัดส่วนคงที่



③ ความเร็วลดลงทุกๆ วินาทีที่ผ่านไป ค่าของความเร็วจะลดลงเรื่อยๆ ซึ่งจะลดลงมากที่สุดก็คือ เหลือ 0 แสดงว่าวัตถุหยุดนิ่ง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังกราฟ

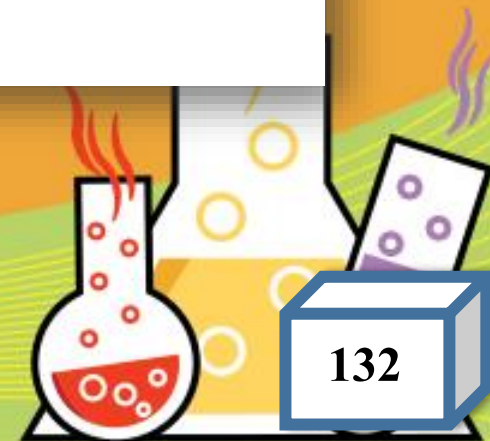


v ลดลงไม่แน่นอน



v ลดลงอย่างมีสัดส่วนคงที่

เพื่อให้เห็นความแตกต่างของลักษณะการเคลื่อนที่เมื่อความเร็วเปลี่ยนไปจึงนิยามความเร่งขึ้นมา เพื่ออธิบายลักษณะของการเคลื่อนที่



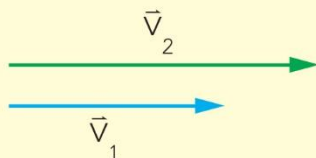
“ความเร่งจะหมายถึงความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา”

$$a = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$\vec{a}$ มีหน่วยเป็น m/s^2

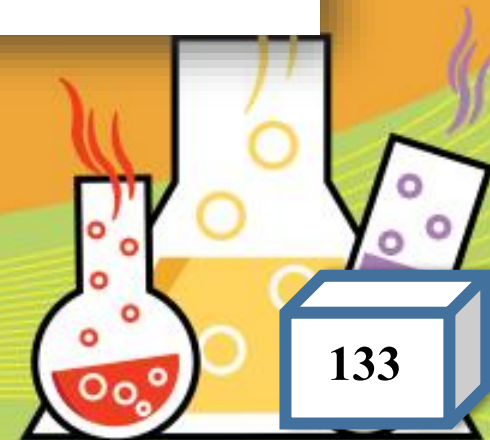


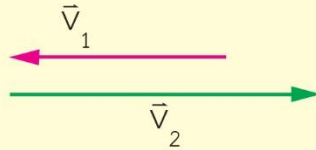
ความเร่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้น จะต้องพิจารณาทิศทางด้วย โดยทิศทาง จะเป็นไปตามทิศทางของ $\Delta \vec{v}$



$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

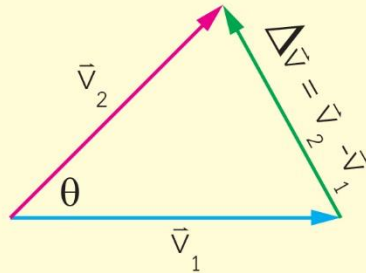
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$





$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v_2 + v_1}{t_2 - t_1}$$



$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$$

$$a = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos\theta}}{t_2 - t_1}$$



ตัวอย่าง

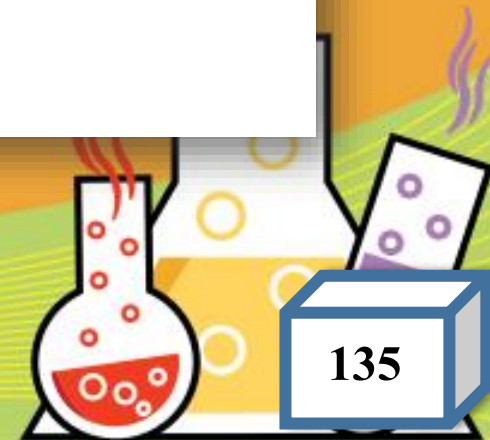
รถยนต์วิ่งเป็นแนวเส้นตรงด้วยความเร็ว 4 m/s จากนั้นก็เหยียบคันเร่งให้มีความเร็วเป็น 12 m/s ในช่วงเวลา 20 วินาที ความเร่งของรถยนต์มีค่าเท่าไร



วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \bar{a} &= \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} \\ &= \frac{v_2 - v_1}{t} \\ &= \frac{12 - 4}{20} \\ a &= 0.4 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

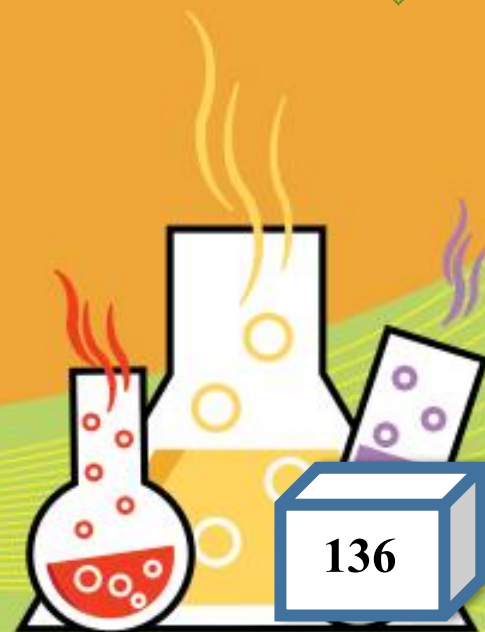
∴ ความเร่งของรถยนต์ 0.4 เมตร/วินาที²





การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแนวเส้นตรง

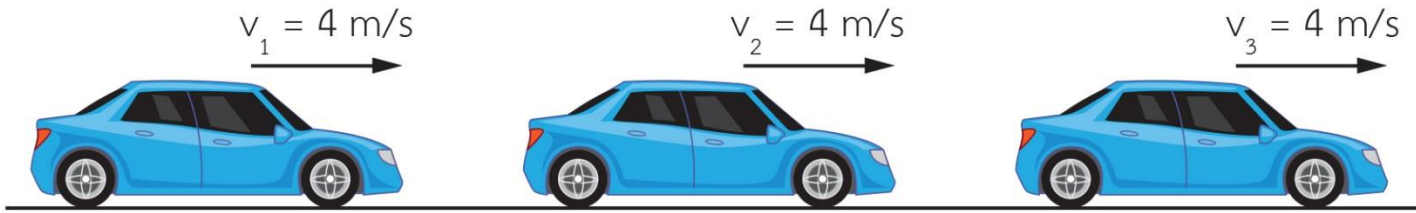
วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีลักษณะแนวทางการเคลื่อนที่แตกต่างกันออกไป เช่น เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นโค้ง หรือเคลื่อนที่เป็นแนวทางไม่แน่นอน การศึกษาในลักษณะของการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงเป็นพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในแนวทางแบบอื่นๆ ลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงที่ศึกษาจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ





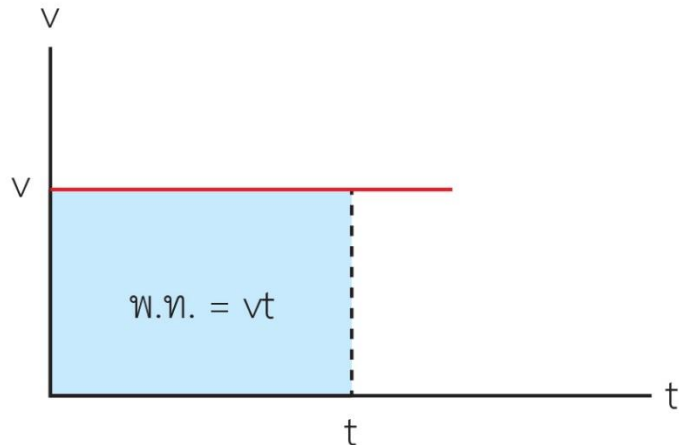
เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

เป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ที่ทุกจุดวัตถุมีความเร็วเท่ากันหมด ดังรูป



รูปวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ถ้านำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาจะได้



พ.ท. ได้กราฟ = vt

จาก $v = \frac{S}{t}$

$S = vt$

หรือ $S =$ พื้นที่ใต้กราฟ v กับ t

ระยะทาง = พื้นที่ใต้กราฟ v กับ t



ตัวอย่าง

ยานอวกาศเคลื่อนที่ไปในอวกาศด้วยความเร็ว 720 km/h จงหาว่าในเวลา 10 นาที ยานอวกาศจะเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าไร

วิธีทำ

จากสูตร $v = \frac{S}{t}$

$$\frac{720 \times 1000}{60 \times 60} = \frac{S}{10 \times 60}$$

$$200 = \frac{S}{600}$$

$$S = 120,000 \text{ m}$$

∴ ยานอวกาศเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 120 กิโลเมตร



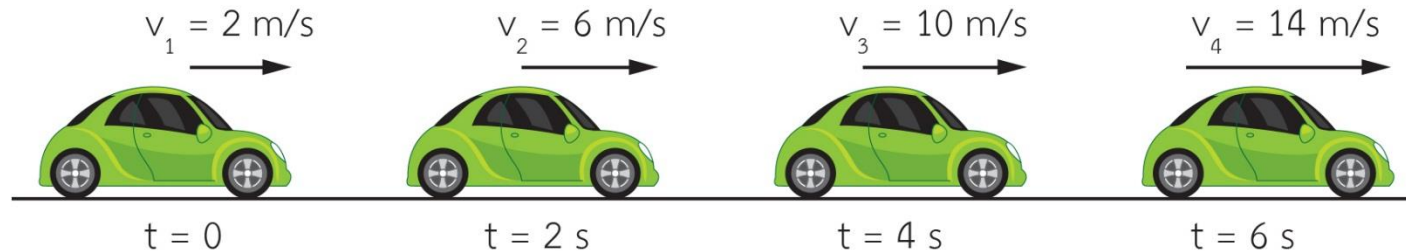


เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

ความเร่งของวัตถุจะหมายถึง ความเร็วที่เปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างคงที่

วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ หมายถึง ทุกช่วงเวลาที่ผ่านมาเท่าๆ กัน วัตถุจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเท่าๆ กัน ดังรูป



รูปวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

จากรูปจะพบว่าทุกช่วง 2 วินาทีที่ผ่านมา ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้น 4 m/s ดังนั้นในเวลา 1 วินาที ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้น 2 m/s แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ 2 m/s^2

ถ้าพิจารณาวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น u เมตร/วินาที ความเร่งคงที่ a เมตร/วินาที² เมื่อเวลาผ่านไป t วินาที วัตถุจะมีความเร็ว v เมตร/วินาที ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ S เมตร ความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ จะหาได้จาก





$$\bar{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

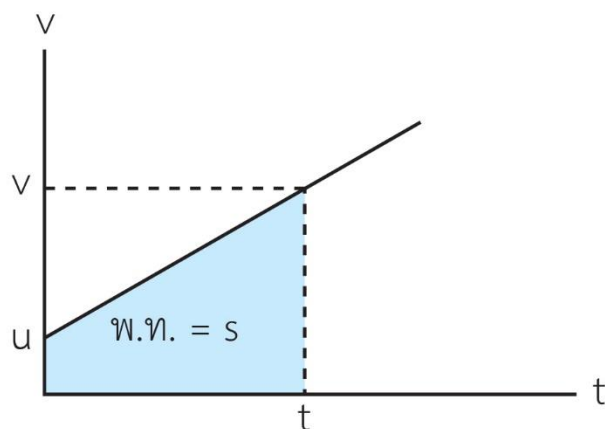
$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$at = v - u$$

$$v = u + at$$

สูตรที่ 1 ของการเคลื่อนที่

จากการเขียนกราฟความเร็วกับเวลา



$$S = \text{พ.ท. ใต้กราฟ } v \text{ กับ } t$$

$$S = \text{รูปสามเหลี่ยม}$$

$$S = \left(\frac{1}{2}\right)(t)(u + v)$$

กราฟแสดงระยะทาง ความเร็วของเวลา เมื่อความเร่งคงที่





$$s = \left(\frac{1}{2}\right)(u + v)(t)$$

สูตรที่ 2 ของการเคลื่อนที่

จากสูตรที่ 2 แทนค่า v จากสูตรที่ 1

$$s = \left(\frac{1}{2}\right)(u + u + at)(t)$$

$$s = \left(\frac{1}{2}\right)(2u + at)(t)$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

สูตรที่ 3 ของการเคลื่อนที่



จากสูตรที่ 3 แทนค่า t จากสูตรที่ 1

$$S = u \left[\frac{v-u}{a} \right] + \frac{1}{2} a \left[\frac{v-u}{a} \right]^2$$

$$S = \frac{uv - u^2}{a} + \frac{v^2 - 2vu + u^2}{2a}$$

$$S = \frac{2uv - 2u^2 + v^2 - 2uv + u^2}{2a}$$

$$S = \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$v^2 - u^2 = 2aS$$

สูตรที่ 4 ของการเคลื่อนที่



สรุปได้ว่า

ความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่

$v = u + at$ แทนค่า v $S = ut + \frac{1}{2} at^2$

$S = \frac{1}{2} (v + u) t$ แทนค่า t $v^2 - u^2 = 2aS$

แทนค่า u $S = vt - \frac{1}{2} at^2$



ตัวอย่าง

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น 4 m/s ด้วยความเร่งคงที่ 0.8 m/s^2 จงหา

ก. ความเร็ววินาทีที่ 20

ข. ระยะทางที่เคลื่อนที่ในเวลา 40 วินาที

วิธีทำ

ก. จากโจทย์

$$u = 4 \text{ m/s}$$

$$a = 0.8 \text{ m/s}^2$$

$$t = 20 \text{ s}$$

จากสูตร

$$v = u + at$$

$$= 4 + (0.8)(20)$$

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

$$\text{ความเร็วของวัตถุวินาทีที่ 20} = 20 \text{ เมตร/วินาที}$$

ข. จากโจทย์

$$u = 4 \text{ m/s}$$

$$a = 0.8 \text{ m/s}^2$$

$$t = 40 \text{ s}$$

จากสูตร

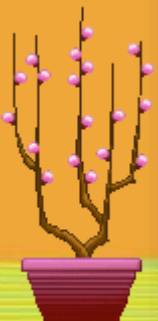
$$S = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$= (4)(40) + \left(\frac{1}{2}\right)(0.8)(40)^2$$

$$= 800$$

$\therefore$ ระยะทางที่เคลื่อนที่เป็น 40 วินาทีเท่ากับ 800 เมตร

Happy!



2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลงอย่างคงที่

เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ต้องการลดความเร็วลงเพื่อที่จะกลับคืนสู่สภาพหยุดนิ่ง เช่น การแตะเบรกทำให้รถมีความเร็วช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง การเคลื่อนที่ลักษณะนี้ค่าของความเร่งที่เกิดขึ้นจะมีค่าเป็นลบ เนื่องจากความเร็วที่เปลี่ยนไปมีค่าเป็นลบ เพราะความเร็วหลัง (v) จะมีค่าน้อยกว่าความเร็วก่อน (u) สูตรที่ใช้ในการคำนวณจะใช้เหมือนกับการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง แต่ค่าของความเร่งจะมีค่าเป็นลบ แต่มีข้อสังเกตที่ต้องคำนึงถึง คือ

① ความเร็วสุดท้ายของการเคลื่อนที่แบบนี้จะมีค่าเป็นศูนย์วัตถุจะหยุดนิ่ง ($v = 0$)

② เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่มีขีดจำกัดจะเคลื่อนที่ใช้เวลานานที่สุดเมื่อวัตถุหยุดนิ่งจะหาได้จาก

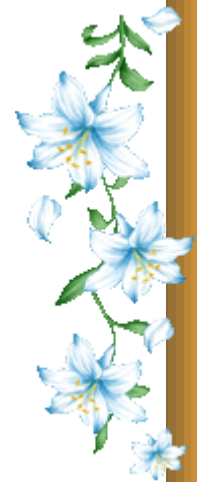
$$v = u + at$$

$$0 = u - at$$

$$at = u$$

$$t = \frac{u}{a} \quad \text{เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่จนหยุดนิ่ง}$$

③ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้สูงสุดคือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่จนหยุด หรือบางทีเราเรียกว่า “ระยะเบรก” ของรถ



ตัวอย่าง

วิธีทำ

รถยนต์คันหนึ่งกำลังวิ่งด้วยความเร็ว 54 km/h คนขับก็แตะเบรกให้รถวิ่งด้วยความหน่วง 0.2 m/s^2 จงหาว่านานเท่าไรรถยนต์จึงจะหยุด

$$\begin{aligned}\text{จากโจทย์} \quad u &= 54 \text{ km/h} \\ u &= \frac{(54)(1,000)}{3,600} \\ u &= 15 \text{ m/s} \\ v &= 0 \text{ m/s} \\ a &= -0.2 \text{ m/s}^2 \\ \text{จากสูตร} \quad v &= u + at \\ 0 &= 15 - 0.2t \\ t &= 75 \text{ s}\end{aligned}$$

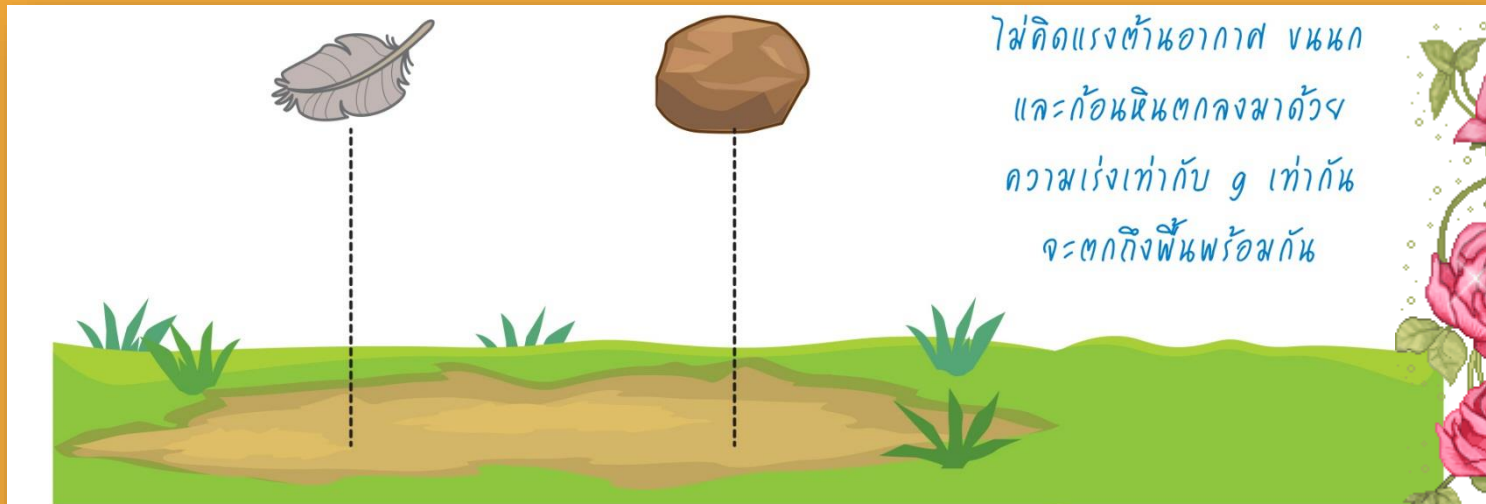
$\therefore$ เวลานั้น 75 วินาทีที่รถยนต์จึงจะหยุด





การตกแบบเสรี

เมื่อปล่อยวัตถุ แรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดวัตถุให้ตกสู่ผิวโลก แต่ถ้าไม่คิดแรงอื่นๆ วัตถุทุกชนิดจะตกลงสู่ผิวโลกในแนวตั้งเรียกว่า การตกอย่างเสรี ด้วยความเร่งคงที่ เรียกว่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก (Gravitational Acceleration) ใช้ g (g มีค่า 9.8 m/s^2 ในการคำนวณจะใช้ค่า $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ เพื่อการคำนวณตัวเลขง่ายขึ้น)



ไม่คิดแรงต้านอากาศ หนัก
และก้อนหินตกลงมาด้วย
ความเร่งเท่ากับ g เท่ากัน
จะตกถึงพื้นพร้อมกัน

รูปการตกอย่างอิสระ

การคำนวณในเรื่องการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกจะใช้สูตรเหมือนการคำนวณการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่ แต่เนื่องจากการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกจะรวมถึงการโยนวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งด้วย เราจึงแยกการคำนวณออกเป็น 2 แบบเพื่อสะดวกในการศึกษา





วัตถุตกลงมาในแนวตั้ง

การตกของวัตถุในแนวตั้งจะมีลักษณะของการตก 2 แบบ คือ ปล่อยวัตถุให้ตกลงมา หรือ ปาวัตถุให้ตกลงมา ถ้าปล่อยความเร็วต้นของวัตถุจะมีค่าเป็นศูนย์ ส่วนปาวัตถุ ความเร็วต้นของวัตถุจะมีค่ามากกว่าศูนย์ แต่ความเร่งของวัตถุเท่ากัน คือ เท่ากับ g การคำนวณจะใช้สูตรการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง แต่ค่าความเร่งใช้ค่า g แทน

$$\begin{aligned} v &= u + gt \\ S &= ut + \frac{1}{2}gt^2 \\ v^2 - u^2 &= 2gS \end{aligned}$$

หมายเหตุ >

ค่าของระยะทาง (S) อาจจะอยู่ในรูปของความสูงก็ได้ถ้าผู้สังเกตอยู่ด้านล่าง ดังรูปที่ 4.7



ตัวอย่าง

วิธีทำ

ปล่อยวัตถุให้ตกลงไปในแนวดิ่ง จงหา

ก. ความเร็วของวัตถุวินาทีที่ 12

ข. ระยะทางที่วัตถุตกลงไปเป็นเวลา 20 วินาที

ก. จากโจทย์ $u = 0 \text{ m/s}$

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

$$t = 12 \text{ s}$$

จากสูตร $v = u + gt$

$$v = 0 + (10)(12)$$

$$v = 120 \text{ m/s}$$

$\therefore$ ความเร็วของวัตถุวินาทีที่ 12 เท่ากับ 120 เมตร/วินาที

ข. จากโจทย์ $u = 0 \text{ m/s}$

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

$$t = 20 \text{ s}$$

จากสูตร $S = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$$S = (0)(20) + \left(\frac{1}{2}\right)(10)(20)^2$$

$$S = 2,000 \text{ m}$$

$\therefore$ ระยะทางที่วัตถุตกลงไปเท่ากับ 2,000 เมตร





โยนวัตถุขึ้นไปในแนวตั้ง

วัตถุที่ถูกโยนขึ้นไปในแนวตั้งจะถูกโลกดึงดูดให้ตกลงมา ดังนั้น วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงด้วยความเร่ง $-g$ จนกระทั่งความเร็วของวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ ณ จุดนั้น คือ จุดที่วัตถุขึ้นไปถึงจุดสูงสุด หลังจากนั้นวัตถุก็จะตกกลับลงมา อาจจะตกลงมาถึงจุดเดิม หรือต่ำกว่าจุดเดิม คือ ตกลงไปข้างล่าง เช่น ยืนอยู่บนหน้าผา แล้วปาวัตถุขึ้นไปในแนวตั้ง วัตถุขึ้นไปสูงสุดก็ตกกลับลงไปถึงพื้นด้านล่าง ในการคำนวณจึงต้องนำเอาทิศทางมาพิจารณาด้วย โดยมีปริมาณที่ต้องคำนึงถึง คือ

1. ความเร่งจะมีค่าเท่ากับ $-g$ ตลอด เพราะถือว่าวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปในแนวตั้ง จะมีทิศทางเป็นบวกแต่เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง และเมื่อตกลงมาด้วยความเร่ง ทิศทางตรงข้ามกับ ทิศเดิมจึงมีค่าเป็นลบ

2. ความเร็วของวัตถุที่คำนวณได้

ถ้ามีค่าเป็นบวก

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น

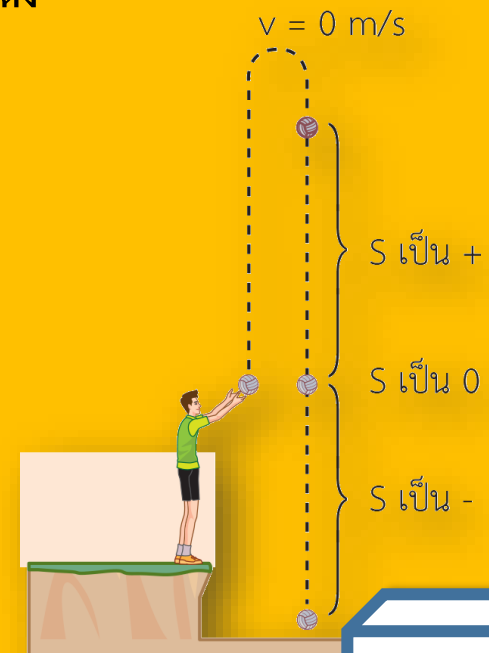
ถ้ามีค่าเป็นลบ

วัตถุเคลื่อนที่ลง

3. ระยะทาง (S) ค่าของระยะทางจะเป็นค่าของการกระจัด

กล่าวคือ ถ้าวัตถุอยู่สูงกว่าจุดโยน มีค่าเป็นบวก

ถ้าวัตถุอยู่ต่ำกว่าจุดโยน มีค่าเป็นลบ



หมายเหตุ >

ค่า S ที่คำนวณได้จากสูตรเป็นค่าการกระจัด ไม่ใช่ค่าของระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่

④ สูตรที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกับวัตถุตกทุกประการ

ตัวอย่าง

วิธีทำ

โยนวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น 40 m/s จงหาความเร็ววินาทีที่ 3 และวินาทีที่ 6

$$\text{จากโจทย์ } u = 40 \text{ m/s}$$

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

$$\text{จากสูตร } v = u + gt$$

หา v วินาทีที่ 3

$$v = 40 + (-10)(3)$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$\therefore$ ความเร็ววินาทีที่ 3 เท่ากับ 10 m/s

หา v วินาทีที่ 6

$$v = 40 + (-10)(6)$$

$$v = -20 \text{ m/s}$$

$\therefore$ ความเร็ววินาทีที่ 6 มีค่า 20 เมตร/วินาที วัตถุเคลื่อนที่ลง





① ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

$$\text{อัตราเร็ว } v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\text{ความเร็ว } \bar{v} = \frac{\Delta \bar{d}}{\Delta t}$$

$$\text{ความเร่ง } \bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$$

② สูตรที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง

2.1 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

$$v = \frac{S}{t}$$

2.2 เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

$$v = u + at \quad \text{แทนค่า } v \rightarrow S = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$S = \frac{1}{2} (v + u) t \quad \text{แทนค่า } t \rightarrow v^2 - u^2 = 2aS$$

$$\text{แทนค่า } u \rightarrow S = vt - \frac{1}{2} at^2$$

ความหน่วงคือ ความเร่งที่มีค่าเป็นลบ

③ สูตรที่ใช้ในการคำนวณการตกอย่างเสรี

$$v = u + gt$$

$$S = ut + \frac{1}{2} gt^2$$

$$v^2 - u^2 = 2gS$$

