

บทที่ 2

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ และสองมิติ

บทนำ

การเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ อาจแบ่งได้หลายแบบ เช่น

ใช้การวางตัวของวัตถุเป็นหลัก จะเป็น

1. การเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่(Translation)
2. การเคลื่อนที่แบบหมุน(Rotation)

สำหรับอนุภาคจะมีการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว ส่วนของแข็งเกร็ง(Rigid Body) อาจมีการเคลื่อนที่ทั้งแบบเคลื่อนที่และแบบหมุนพร้อมๆ กันได้

ใช้แนวทางการเคลื่อนที่เป็นหลัก จะเป็น

1. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง มีทั้งในแนวราบและแนวตั้ง
2. การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์(Projectile Motion)

เช่น การยิงปืน การเตะลูกฟุตบอล เป็นต้น

3. การเคลื่อนที่แบบสั่น หรือการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก(Simple Harmonic Motion หรือ S.H.M) เป็นการเคลื่อนที่แบบซักรอยเค็ม เช่น การแกว่งของชิงช้า ลูกตุ้มนาฬิกา เป็นต้น

2.1 ระยะทางการเคลื่อนที่

ระยะทางการเคลื่อนที่ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งจากที่เดิมไปยังจุดใหม่เราเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่าการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่ และหาระยะทางได้โดยการวัดจากจุดเริ่มต้นไปถึงตำแหน่งสุดท้ายตามเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น นายมานะเดินออกจากบ้านได้ทาง 300 เมตร รถยนต์แล่นได้ทาง 42 กิโลเมตร

2.2 อัตราเร็วของวัตถุ

อัตราเร็ว(speed) คือระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ หน่วยเป็น เมตร/วินาที(m/s)

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

อัตราเร็วเฉลี่ย(Average Speed) คืออัตราเร็วที่จุดกึ่งกลางของช่วงเวลานั้น หากจากอัตราส่วนของระยะทางกับเวลา

ให้ v คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

s คือ ระยะทางที่ได้

t คือ เวลาที่ใช้

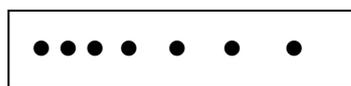
$$v = s/t \text{ หรือ } \Delta s / \Delta t$$

อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง หรืออัตราเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งหรือช่วงใดช่วงหนึ่งในเวลานั้นๆ ค่าอัตราเร็วที่ได้นี้จะอยู่ที่กึ่งกลางช่วงเวลา หาได้จากระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา

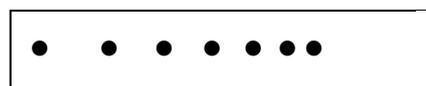
ค่าอัตราเร็วเฉลี่ยเป็นการบอกค่าประมาณซึ่งค่าแท้จริงอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยก็ได้แต่ไม่มากหรือน้อยเกินไป

2.3 การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

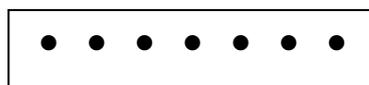
เครื่องมือที่ใช้สำหรับหาค่าอัตราเร็วเฉลี่ยในห้องปฏิบัติการ คือ เครื่องเคาะสัญญาณเวลา เครื่องเคาะสัญญาณเวลาใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ มีความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ แต่แปลงค่าเคลื่อนที่เพื่อใช้กับเครื่องเคาะสัญญาณเหลือเพียง 6 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ดังนั้นจุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษจะมีทั้งหมด 50 จุดใน 1 วินาที เราจึงอ่านค่าเวลาที่แน่นอนได้ คือ ระหว่าง 1 ช่วงจุดจะใช้เวลา 1/50 วินาที และระยะทางที่ปรากฏบนกระดาษจะบอให้ทราบว่ามีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น น้อยลงหรือคงที่ดูจากรยะห่างระหว่างจุด



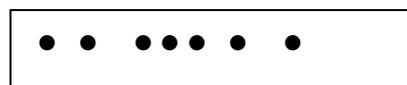
ความเร็วเพิ่มขึ้น



ความเร็วลดลง

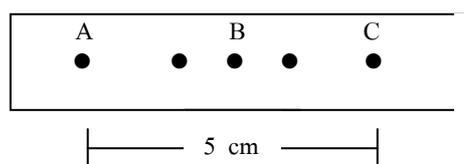


ความเร็วคงที่



ความเร็วไม่คงที่

ความเร็วเฉลี่ยจากกระดาษเทป คือ ค่าความเร็วที่จุดกึ่งกลางของช่วงเวลานั้น



$$\begin{aligned} \text{ความเร็วเฉลี่ยช่วง AC} &= \text{ความเร็วที่จุด B} \\ &= 5 / (4/50) = 62.5 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

2.4 การบอกตำแหน่งของวัตถุสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง

การบอกตำแหน่งของวัตถุให้แน่นอนชัดเจน ต้องมีจุดอ้างอิงที่ตำแหน่งอ้างอิง

(Reference point)

การบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรง

เป็นการบอกตำแหน่งใน 1 มิติ ถ้าจะบอกให้ชัดเจนจะต้องบอกระยะทางว่าอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงเท่าใด และอยู่ห่างทิศไหนของจุดอ้างอิง เพื่อความสะดวกจึงมีการกำหนดทิศโดยใช้เครื่องหมายบวก(+) และลบ(-) เช่น ไปทางขวาของจุดอ้างอิงเป็นลบและไปทางซ้ายหรือทิศตรงข้ามเป็นลบ

การบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวระนาบ

เป็นการบอกตำแหน่งโดยเทียบกับด้าน 2 ด้านที่ตั้งฉากกัน ด้าน 2 ด้านนี้เขียนแทนด้วยเส้นตรง เรียกว่าแกนอ้างอิง จุดที่แกนทั้งสองตัดกันเรียกว่า จุดเริ่มต้นหรือจุดกำเนิด(Origin) แทนด้วยจุด O ระยะทางที่วัดไปทางขวาและด้านบนของจุด O มีเครื่องหมายเป็นบวก(+) และระยะที่วัดไปทางซ้ายหรือด้านล่างมีเครื่องหมายเป็นลบ(-) การบอกตำแหน่งจะบอกได้ด้วยคู่ลำดับ x และ y เช่น $A(5,3)$ หมายความว่าอยู่ห่างจาก x 5 หน่วย และห่างจาก y 3 หน่วย

2.5 การกระจัด

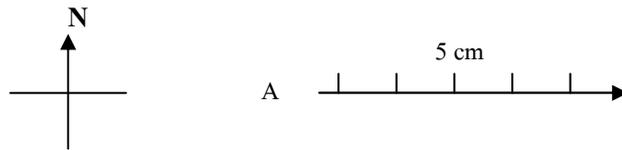
การกระจัด(Displacement) เป็นปริมาณที่บอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง โดยบอกทั้งระยะทางและทิศทาง เช่น ค.ช.ทศพลเดินไปทางทิศตะวันตกเป็นระยะทาง 100 เมตร ปริมาณทางฟิสิกส์

ปริมาณทางฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 ปริมาณ คือ

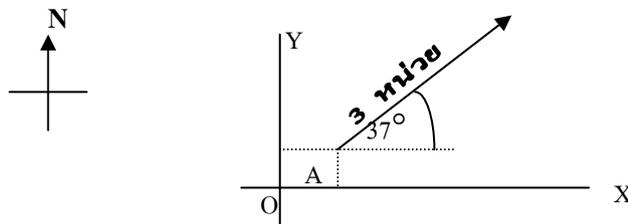
1. ปริมาณสเกลาร์(Scalar Quantities) คือปริมาณที่มีเฉพาะขนาด เช่น มวล เวลา ระยะทาง อัตราเร็ว ปริมาตร งาน ความดัน อุณหภูมิ เป็นต้น
2. ปริมาณเวกเตอร์(Vector Quantities) คือปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น น้ำหนัก ความเร็ว การกระจัด แรง แรงดัน กระแสไฟฟ้า โมเมนต์ โมเมนต์ัม สนามไฟฟ้า เป็นต้น

เวกเตอร์สามารถเขียนรูปแทนได้ด้วยเส้นตรงประกอบหัวลูกศร โดยความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของ

ตัวอย่าง



เวกเตอร์ AB มีขนาด 5 cm ในทางตะวันออก



เวกเตอร์ AB มีขนาด 3 หน่วยทำมุม 37° กับทิศตะวันออก หรือกับแกน X

การเขียนสัญลักษณ์แทนปริมาณเวกเตอร์

ใช้หัวลูกศรเขียนตัวอักษร เช่น \vec{d} \vec{v} AB CD ถ้าไม่มีหัวลูกศรกำกับจะหมายถึงขนาดของเวกเตอร์

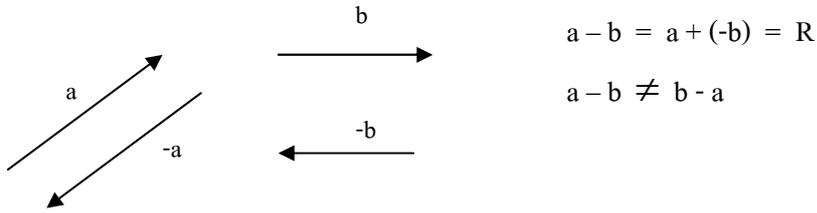
2.6 การรวมเวกเตอร์

การรวมเวกเตอร์ คือการนำเวกเตอร์ย่อยมารวมกัน เขียนแทนด้วยสมการเวกเตอร์ เช่น $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{R}$

เมื่อ R คือผลรวมของเวกเตอร์ลัพธ์

เวกเตอร์ศูนย์ คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับศูนย์และไม่สามารถบอกทิศได้

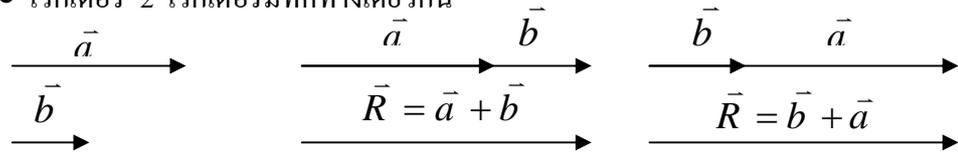
เวกเตอร์ลบ คือเวกเตอร์ที่มีทิศตรงกันข้ามกับเวกเตอร์บวก แต่มีขนาดเท่ากันเขียนสมการเวกเตอร์ได้เป็น



เวกเตอร์ลัพธ์ คือการรวมหรือผลบวกของเวกเตอร์ย่อยทั้งหมด มีขนาดจากจุดเริ่มต้นถึงหัวลูกศรของเวกเตอร์สุดท้าย และมีทิศจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย หรือสวนทางกับเวกเตอร์ย่อย การหาเวกเตอร์ลัพธ์ทำได้หลายวิธี คือ

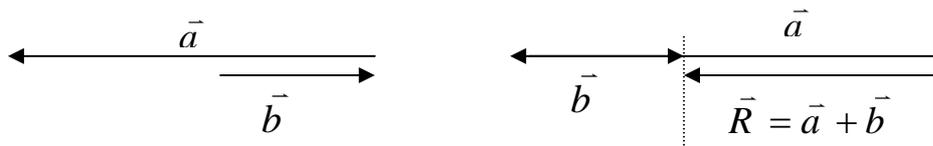
1. โดยการเขียนรูปแบบหางตัวหัว คือการนำเอาเวกเตอร์ย่อยมาเรียงต่อกันตามทิศทางเดิมโดยหางเวกเตอร์ถัดไปจดกับหัวของเวกเตอร์ที่เขียนก่อน

- เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์มีทิศทางเดียวกัน



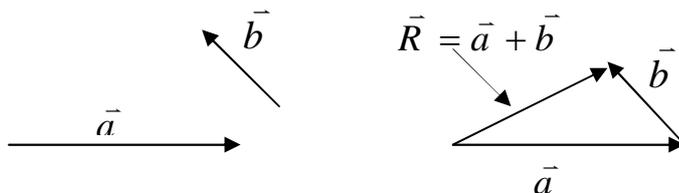
ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ คือผลบวกของขนาดเวกเตอร์ย่อย และมีทิศไปทางเดียวกับเวกเตอร์ย่อย

- เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์มีทิศตรงกันข้าม



ขนาดของ R เท่ากับผลต่างของขนาดเวกเตอร์ย่อย มีทิศไปในทางเวกเตอร์ที่มีค่ามาก

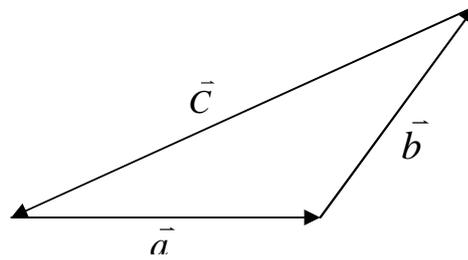
- เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ทำมุมกัน



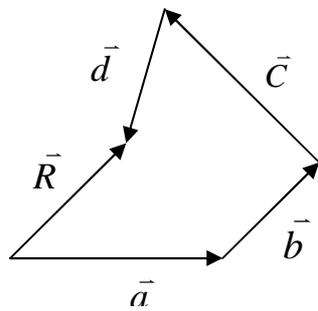
ขนาดและทิศทางของ R หาได้จากการวัด

- เวกเตอร์ 3 เวกเตอร์รวมกันแล้วได้สามเหลี่ยมปิด

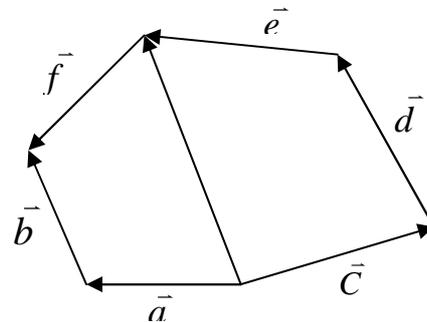
$$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 0$$



- เวกเตอร์ของรูปหลายเหลี่ยม



$$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}$$



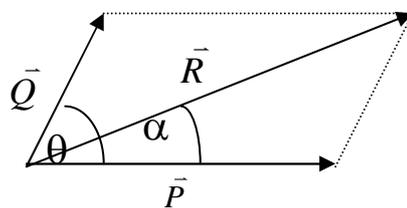
$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} + \vec{d} + \vec{e} + \vec{f}$$

หรือ $\vec{a} = \vec{c} + \vec{d} + \vec{e} + \vec{f} - \vec{b}$

$$\vec{h} = \vec{c} + \vec{d} + \vec{e}$$

2. โดยการใช้การคำนวณ ใช้สูตรต่างๆ คือ

@ ใช้ทฤษฎีสี่เหลี่ยมด้านขนาน เมื่อมีเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ทำมุมกัน



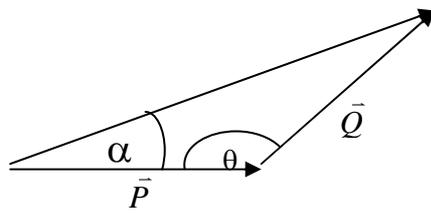
หาขนาด R จาก $R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos\theta$

หาทิศทางของ R หรือมุม α จาก

$$\tan \alpha = \frac{\theta \sin \theta}{P + Q \cos \theta}$$

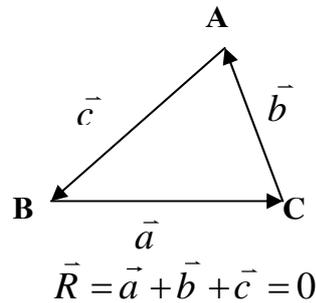
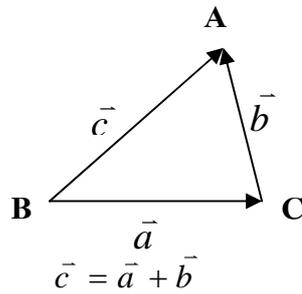
สูตรนี้ \vec{P} ต้องอยู่ในแนวนอน และ θ เป็นมุมที่อยู่ระหว่าง \vec{P} กับ \vec{Q} ซึ่งมีหางของเวกเตอร์จัดกัน

@ ใช้กฎของ cos



หาขนาด R จาก $R^2 = P^2 + Q^2 - 2PQ \cos\theta$
 θ คือมุมที่หัวของเวกเตอร์จุดกับหางของเวกเตอร์
 และอยู่ตรงข้าม R

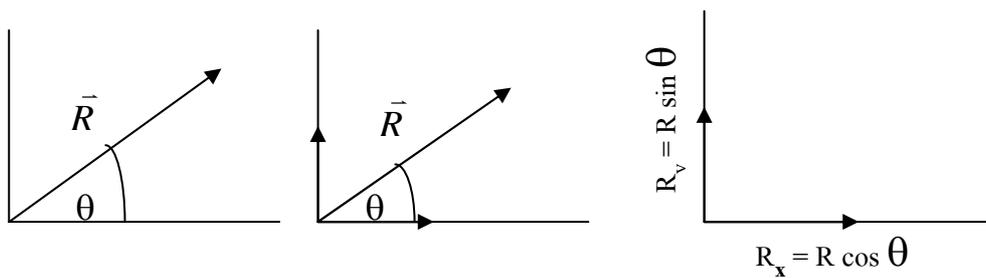
@ ใช้กฎของ sine หรือทฤษฎีลามี(Lami's theory)



จะได้
$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

@ ใช้วิธีแตกเวกเตอร์ แล้วรวมเวกเตอร์ที่เหลือ (มักใช้เมื่อเวกเตอร์มากกว่า 2 เวกเตอร์)

การแตกเวกเตอร์ คือ การแยกเวกเตอร์ 1 เวกเตอร์ออกเป็น 2 เวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน



ให้ R เป็นขนาดของเวกเตอร์ \vec{R} ที่ทำมุม θ กับแกนอนหรือแกน x

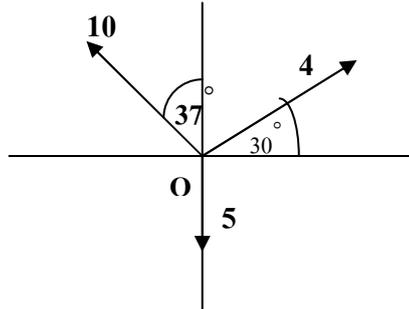
ให้ R_y เป็นขนาดของเวกเตอร์ \vec{R}_y ที่อยู่บนแกน Y = $R \sin \theta$

ให้ R_x เป็นขนาดของเวกเตอร์ \vec{R}_x ที่อยู่บนแกน X = $R \cos \theta$

การหาเวกเตอร์ลัพธ์ โดยการแตกเวกเตอร์ มีหลักง่ายๆ ดังนี้

1. แตกเวกเตอร์ที่ทำมุมให้ป้ในแกนแนว X และ Y
2. หาผลรวมของแรงในแต่ละแกน ให้เหลือเพียง 2 เวกเตอร์ซึ่งตั้งฉากกัน
3. หาเวกเตอร์ลัพธ์ขององค์ประกอบที่เหลือ โดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส

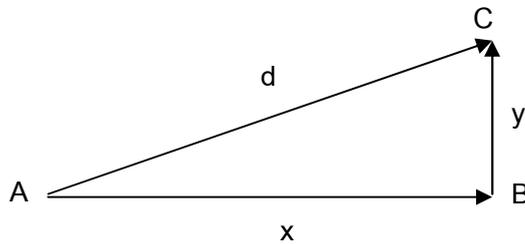
ตัวอย่าง มีเวกเตอร์ 4 หน่วย, 5 หน่วย และ 10 หน่วย ทำมุมกับแกนดังรูป จงหาเวกเตอร์-
ลัพธ์



การกระจัดลัพธ์

คือ ผลบวกของการกระจัดทั้งหมด มีขนาดจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายวัดในแนว
เส้นตรง และมีทิศทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย

ตัวอย่าง ค.ช.มานะ เดินทางจากจุด A ไปทางทิศตะวันออกได้ทาง x เมตรถึง B และเดินต่อไปทางทิศเหนืออีกได้ทาง y เมตรถึง C



จากรูป AB เป็นการกระจัดได้ทาง x เมตร

BC เป็นการกระจัดได้ทาง y เมตร

AC เป็นการกระจัดลัพธ์ได้ทาง d เมตร

\therefore มาระเดินได้ทางทั้งหมด = $x + y$ เมตร

การกระจัดลัพธ์ของมานะ = d เมตร

2.7 ความเร็ว

ความเร็ว(Velocity) คือการกระจัดทั้งหมดใน 1 หน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร / วินาที

ตัวอย่าง เด็กคนหนึ่งเดินไปทางทิศตะวันออก 60 เมตร ใช้เวลา 3 นาที และเดินต่อไปทางทิศเหนืออีก 80 เมตร ใช้เวลา 5 นาที จงหาอัตราเร็ว และความเร็วของเด็กคนนี้

ความเร็วเฉลี่ย(Average Velocity) คือ ความเร็วที่จุดกึ่งกลางของช่วงเวลานั้น หากจากอัตราส่วนของการกระจัดกับเวลาในช่วงนั้น เป็นปริมาณเวกเตอร์

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

อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง หรืออัตราเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งในเวลานั้น หาได้จาก

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

ความเร็วในขณะใดขณะหนึ่ง คือความเร็วในช่วงใดช่วงหนึ่งในเวลานั้น เช่น การอ่านค่าความเร็วจากมิเตอร์รถยนต์ หากจาก

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

ข้อสรุป

ความเร็วเฉลี่ย(Average Velocity) คือ อัตราส่วนของการกระจัด กับช่วงเวลาของการกระจัดนั้นๆ เป็นปริมาณเวกเตอร์

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

ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง(Instantaneous Velocity) คือ อัตราส่วนของการกระจัดกับช่วงเวลา (ช่วงเวลาที่สั้นมากๆ) ของการกระจัดนั้น หรือกล่าวได้ว่าความเร็วขณะใดขณะหนึ่งคือความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณสเกลาร์

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

อัตราเร็วเฉลี่ย(Average Speed) คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางกับช่วงเวลาของระยะทางนั้นๆ เป็นปริมาณเวกเตอร์

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

อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง(Instantaneous Speed) คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางกับช่วงเวลา (ช่วงที่สั้นมากๆ) หรือกล่าวได้ว่าอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง คือขนาดของความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณสเกลาร์

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

ข้อสังเกต

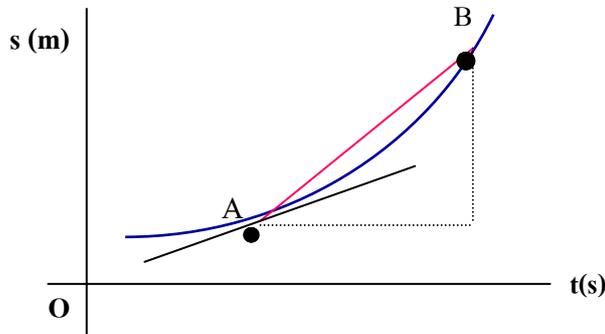
ความเร็ว(Velocity) $\rightarrow \Delta s$ คือการกระจัด

อัตราเร็ว(Speed) $\rightarrow \Delta s$ คือระยะทาง

เฉลี่ย(Average) → ช่วงเวลา Δt กว้าง

ขณะใดขณะหนึ่ง(Instantaneous) → ช่วง Δt สั้นมากๆ เกือบเท่ากับศูนย์

จากกราฟความสัมพันธ์ของการกระจัด(s) กับเวลา(t)



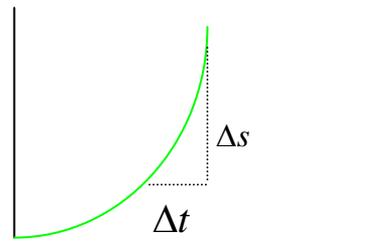
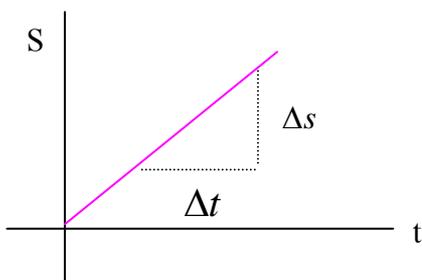
ความเร็วเฉลี่ยระหว่าง AB = ค่าความชัน(Slope) ของเส้นตรง AB

ความเร็ว ขณะใดขณะหนึ่งที่ A = Slope ของเส้นสัมผัส ณ จุด A

กราฟความสัมพันธ์การกระจัด(s) กับเวลา(t)

กราฟของ s กับ t สามารถนำมาหาค่าระยะทางกับการกระจัดในช่วงเวลาต่างๆ ได้นอกจากนั้นยังหาค่า อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยได้จากความชัน(Slope)

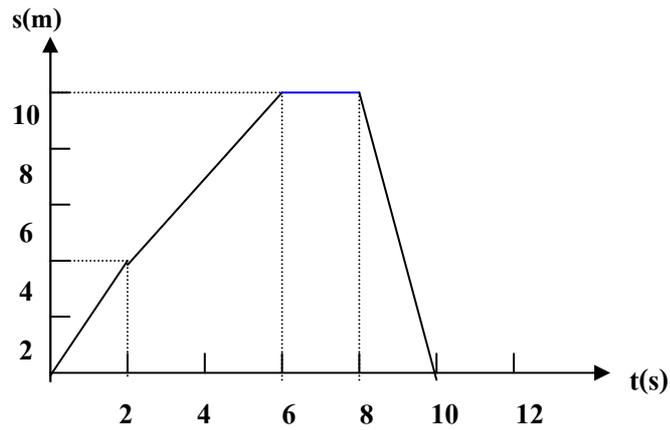
ความชัน(Slope) อัตราส่วนของปริมาณแกนตั้ง(แกน Y) กับปริมาณแกนนอน(แกน X)



$$\text{จากกราฟ ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{Slope ของกราฟ } s \text{ กับ } t$$

ตัวอย่าง จากรูปเป็นกราฟระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด(s) กับเวลา(t) ของวัตถุหนึ่ง จงหา

- ก. ระยะทางและการกระจัดในช่วงเวลา 2, 6, 8, 10 วินาที
- ข. อัตราเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา 2 และ 8 วินาที
- ค. ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา 10 วินาที



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด(s) กับเวลา(t)

หมายเหตุ ถ้ากราฟไม่ใช่เส้นตรงโดยตลอด จะหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วเฉลี่ยได้จากค่า Slope ไม่ได้ ต้องหาจากระยะทางใน 1 หน่วยเวลา หรือขจัดใน 1 หน่วยเวลา เท่านั้น

2.8 ความเร่ง(Acceleration)

ความเร่ง(Acceleration) สัญลักษณ์ a คืออัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อ 1 หน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร / วินาที² (m/s^2)

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

เมื่อ v เป็นความเร็วปลายหรือหลัง

u เป็นความเร็วต้นหรือแรก

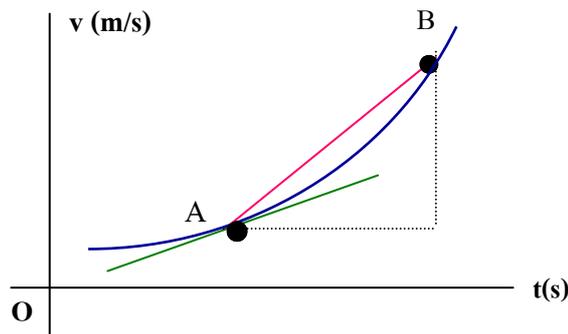
ความเร่งเฉลี่ย คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อ 1 หน่วยเวลา

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

ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง คือ ความเร่งที่เกิดขึ้นที่จุดใดจุดหนึ่งหรือในช่วงเวลาสั้นๆ

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

การหาค่าความเร่งจากกราฟระหว่างความเร็ว(v) กับเวลา (t)



ความเร่งเฉลี่ยระหว่าง A กับ B = ความชันของเส้นตรง AB

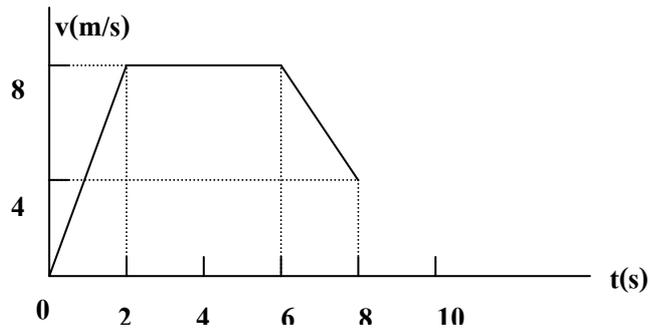
ความเร่งขณะใดขณะหนึ่งที่จุด A = ความชันของเส้นสัมผัสที่จุด A

ความเร่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

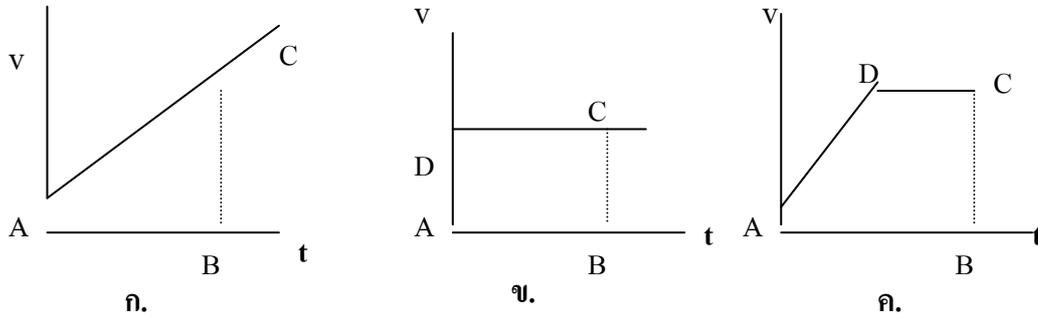
1. ความเร่งชนิดบวก เกิดขึ้นเมื่อวัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น $v > u$
2. ความเร่งชนิดลบ หรือความหน่วง เกิดขึ้นเมื่อวัตถุมีความเร็วลดลง $v < u$

ตัวอย่าง วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว(v) กับ เวลา(t) ดังรูป จงหา

- ความเร่งเฉลี่ยในช่วงวินาทีที่ 0 – 2
- ความเร่งเฉลี่ยในช่วงวินาทีที่ 2 – 6
- ความเร่งเฉลี่ยในช่วงวินาทีที่ 6 – 8



2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว – เวลา กับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา



พื้นที่ใต้เส้นกราฟของความเร็ว(v) กับเวลา(t) คือค่าของการกระจัด(s)

จากรูป ก. การกระจัด = พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABC

จากรูป ข. การกระจัด = พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD

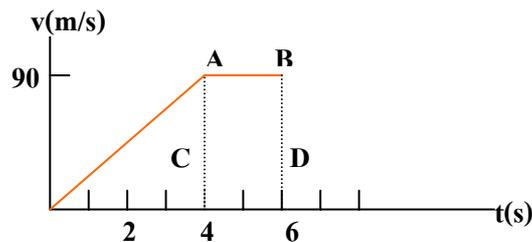
จากรูป ค. การกระจัด = พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD

ถ้านำกราฟนี้มาหาความชัน(Slope) ของเส้นกราฟ จะได้

$$Slope = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{ค่าความชัน}$$

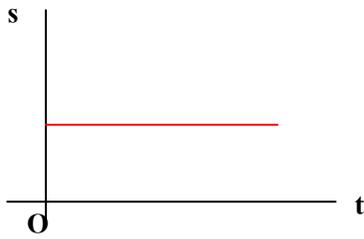
ตัวอย่าง

จากรูปแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วกับเวลาของวัตถุหนึ่งที่กำลังเคลื่อนที่ จงหาการกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ใน 4 วินาที และ 6 วินาที

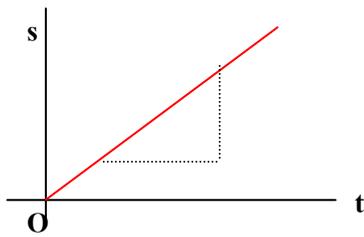


การอ่านความหมายจากกราฟชนิดต่างๆ

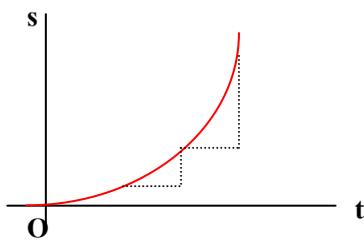
กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง s กับ t



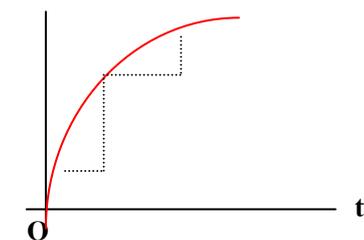
การกระจัดคงที่ แสดงว่าวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่
ค่า Slope หรือความเร็วเท่ากับศูนย์



วัตถุเคลื่อนที่ได้ทางเพิ่มมากขึ้น ค่า Slope
คือ ความเร็วมีค่าคงที่

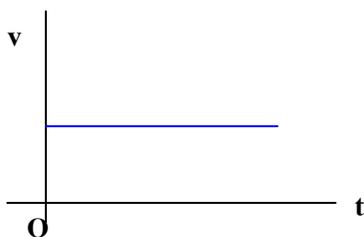


วัตถุเคลื่อนที่ได้ทางเพิ่มมากขึ้น แต่การเพิ่ม
ไม่คงที่ ค่า Slope หรือความเร็วเพิ่มมากขึ้น
เพราะ Δs เพิ่มขึ้นส่วน Δt คงที่

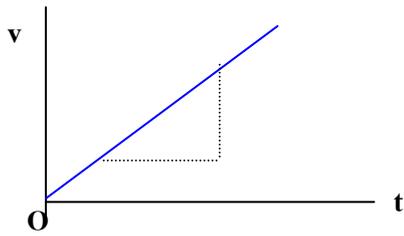


วัตถุเคลื่อนที่ได้ทางเพิ่มมากขึ้น แต่ไม่คงที่
ค่า Slope หรือความเร็วลดลงเพราะ Δs น้อย
ลง ส่วน Δt คงที่

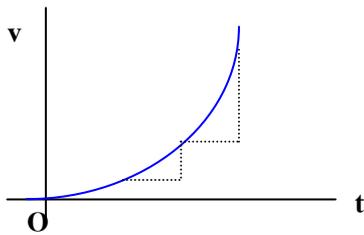
กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง v กับ t



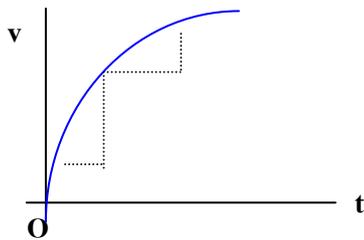
วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ค่า Slope หรือ
 a เป็นศูนย์



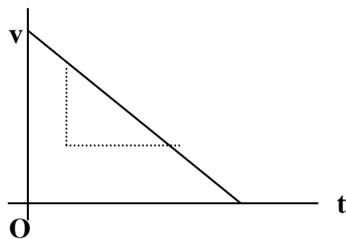
วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ ค่า Slope หรือ a เป็นศูนย์



วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นไม่คงที่ ค่า Slope หรือ a เพิ่มขึ้น

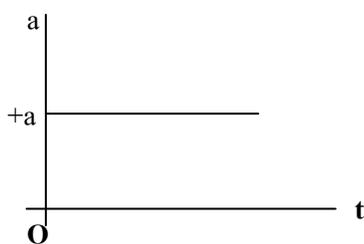


วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นไม่คงที่ ค่า Slope หรือ a ลดลง

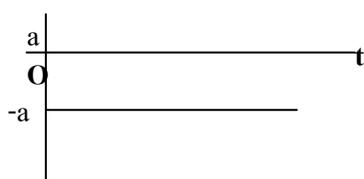


วัตถุมีความเร็วลดลงสม่ำเสมอ ค่า Slope หรือ a มีค่าคงที่ แต่มีเครื่องหมายเป็นลบ(-) เรียกว่าเกิดความหน่วง

กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง a กับ t



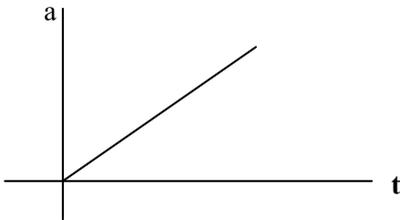
วัตถุมีความเร่งคงที่ และเป็นความเร่งชนิดบวก แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นในอัตราสม่ำเสมอ



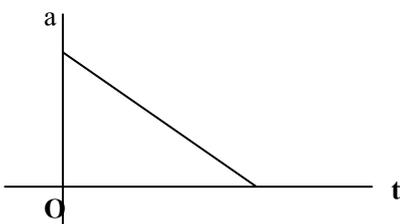
วัตถุมีความเร่งเป็นลบ และมีค่าคงที่ แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลงในอัตราสม่ำเสมอ



วัตถุมีความเร่งเท่ากับศูนย์ แสดงว่าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ



วัตถุมีความเร่งเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ



วัตถุมีความเร่งลดลงอย่างสม่ำเสมอ

2.10 สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว
สูตรที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่แนวราบ

@ เมื่อวัตถุมีความเร็วคงที่

$$s = ut$$

@ เมื่อวัตถุมีความเร่งคงที่

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

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

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v = u + at$$

เมื่อ s คือ การกระจัดทั้งหมด หน่วยเป็น เมตร(m)

u คือ ความเร็วต้น หน่วยเป็น เมตร / วินาที(m/s)

v คือ ความเร็วปลาย หน่วยเป็น เมตร / วินาที(m/s)

a คือ ความเร่งหรือความหน่วง หน่วยเป็น เมตร / วินาที²(m/s²)

t คือ เวลาที่ใช้ทั้งหมด หน่วยเป็น วินาที(s)

เครื่องหมายของ u , v , s , a และ t

1. t มีเครื่องหมายเป็นบวกเสมอ
2. u และ v ถ้ามีทิศไปทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่ครั้งแรกเป็นบวก ถ้าทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ครั้งแรกเป็นลบ
3. s ในทิศการเคลื่อนที่ครั้งแรกเป็นบวก ถ้าตรงข้ามครั้งแรกจะเป็นลบ
4. a มีเครื่องหมายเป็นบวก ถ้าความเร็วเพิ่มขึ้น และเป็นลบ ถ้ามีความเร็วลดลง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความหน่วง

หมายเหตุ ถ้าโจทย์บอกค่ามาจึงใส่เครื่องหมายได้เลย แต่ถ้าโจทย์ให้หาค่าไม่ต้องใส่เครื่องหมาย

ข้อควรจำ ถ้าโจทย์บอกว่าเริ่มต้นเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง แสดงว่า $u = 0$
ถ้าโจทย์บอกว่าเคลื่อนที่ต่อไปจนหยุดนิ่ง แสดงว่า $v = 0$
ถ้าโจทย์บอกว่าวัตถุมีความเร็วคงที่ แสดงว่า $a = 0$

ตัวอย่าง วัตถุเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งด้วยความเร็ว 2 m/s^2 ในเวลา 5 วินาที วัตถุมีค่าความเร็วเท่าใด

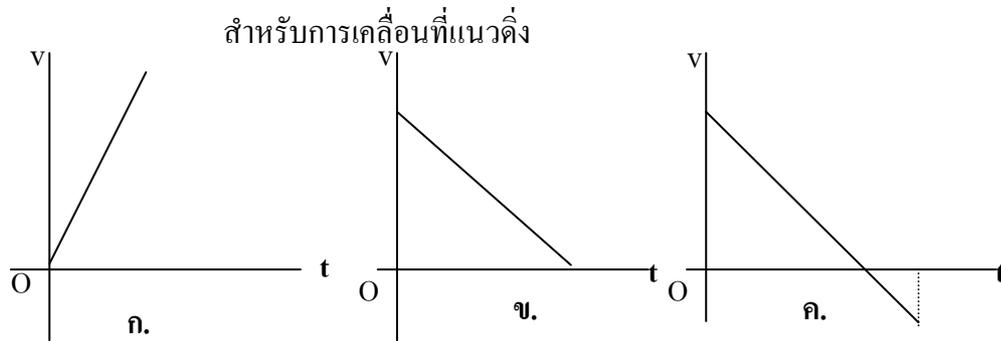
การเคลื่อนที่ในแนวตั้งอิสระภายใต้แรงดึงดูด

จากการทดลองกาลิเลโอ เรื่องการตกอย่างอิสระของวัตถุ พบว่าวัตถุที่ตกอย่างที่สูงจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นวินาทีละ 9.8 เมตร (981 cm/s) และถ้าโยนขึ้นจะมีความเร็วลดลงวินาทีละ 981 cm/s ความเร็วที่เพิ่มขึ้นและลดลงนี้เรียกว่า ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ใช้สัญลักษณ์ “ g ” ค่า g จะเป็นได้ทั้งบวกและลบ ขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่ คือ

ถ้าเคลื่อนที่ขึ้นให้ g เป็นลบ (-) เพราะความเร็วลดลง

ถ้าเคลื่อนที่ลงให้ g เป็นบวก(+) เพราะความเร็วเพิ่มขึ้น

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว(v) กับเวลา(t)



กราฟรูป ก. วัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วต้น = 0 และมีความเร็วเพิ่มขึ้นคงที่ ค่า Slope คือ ความเร่ง (g) มีค่าคงที่

กราฟรูป ข. วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นมีความเร็วลดลง จนเป็นศูนย์ที่เวลาหนึ่ง ค่า Slope หรือ g มีค่าคงที่

กราฟรูป ค. วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นมีความเร็วลดลง จนเป็นศูนย์และจกกลับมาในแนวตั้งทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรก

พื้นที่ใต้เส้นกราฟของความเร็ว(v) กับเวลา(t) คือ ค่าการกระจัด ถ้าอยู่เหนือ

แกน X จะมีค่าเป็นบวก (+) และมีเครื่องหมายเป็นลบ (-) เมื่ออยู่ใต้แกน X

สูตรที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ในแนวตั้งอิสระ

$$v = u + gt$$

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

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

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

$$h_t = ut + \left(\frac{2t-1}{2}\right)g$$

เมื่อ u คือ ความเร็วต้น

v คือ ความเร็วปลาย

h คือ การกระจัด

t คือ เวลาที่ใช้

g คือ ความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก

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

g เป็นบวก + เมื่อเคลื่อนที่ลง

g เป็นลบ - เมื่อเคลื่อนที่ขึ้น

ข้อควรจำ

1. การปล่อยหรือทิ้งวัตถุลงมาจะมีค่า $u = 0$
2. การขว้าง จะมีค่าของความเร็วต้น
3. วัตถุปล่อยลงมาจากรถหรือบอลลู่นที่กำลังเคลื่อนที่ วัตถุจะมีความเร็วเท่ากับสิ่งนั้น และมีทิศของความเร็วต้นไปในทางเดียวกับรถหรือบอลลู่นก่อนการตกกลับลงมา

4. ความเร็วที่จุดสูงสุดเท่ากับ 0 เสมอ
5. ความเร็วที่ระดับเดียวกันย่อมเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้าม
6. เวลาที่ใช้ตอนขึ้น = เวลาที่ใช้ตอนลง ในระยะที่เท่ากัน
7. ระยะทางที่เป็นลบ (-) แสดงว่าจุดตกอยู่ต่ำกว่าจุดเริ่มต้น(ระยะขึ้นน้อยกว่าระยะลง)
8. ในการขว้างวัตถุขึ้นไป ถ้าหาเวลา (t) เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น ถ้า t อาจจะมีได้ 2 ตอน คือ ตอนขึ้นกับตอนลง

ตัวอย่าง

ขว้างวัตถุก้อนหนึ่งลงมาจากหน้าผาด้วยความเร็ว 4 m/s ปรากฏว่าตกถึงพื้นดินข้างล่างในเวลา 3 s จงหาความเร็วของวัตถุขณะถึงพื้นดิน และความสูงของหน้าผา

ตัวอย่าง

โยนวัตถุขึ้นไปในอากาศตรงๆ ด้วยความเร็วต้น 20 m/s จากหน้าผาสูงปรากฏว่าวัตถุตกถึงพื้นดินในเวลา 5 s จงหา

- ก. ความสูงของหน้าผา
- ข. เวลาที่ใช้เมื่อถึงจุดสูงสุด
- ค. ระยะทางที่ขึ้นได้สูงสุด
- ง. ความเร็วหลังโยนไปแล้ว 1 วินาที
- จ. ความเร็วและตำแหน่งหลังโยนแล้ว 3 วินาที