

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)



รูปภาพจาก : www.pixabay.com

บทที่ 2 การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ

หนึ่งคำถามสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ คือ “สิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอย่างไรในอนาคต หรือเคยเป็นอย่างไรในอดีต?” ถ้ามองคำถามข้างต้นให้แคบลงและชัดเจนยิ่งขึ้น โดยพิจารณาเพียงแค่ “ที่เวลาใดๆ วัตถุจะอยู่ที่ตำแหน่งใด และเคลื่อนที่อย่างไร?” ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการหาคำตอบของคำถามดังกล่าว

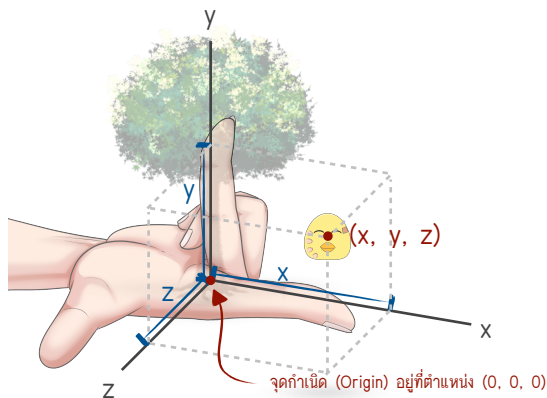
ตำแหน่ง (Position)

ตำแหน่ง (Position) คือ สิ่งที่สามารถให้ทราบว่าวัตถุอยู่ที่ใด วิธีการบอกตำแหน่งของวัตถุเพื่อให้มีความชัดเจนในการสื่อสารที่นิยมใช้กัน คือ ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) ระบบพิกัดแบบเชิงขั้ว (Polar Coordinate System) ระบบพิกัดทรงกระบอก (Cylindrical Coordinate System) ระบบพิกัดทรงกลม (Spherical Coordinate System) เป็นต้น



ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System)

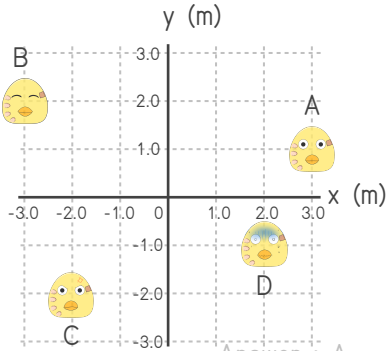
เริ่มจากการสร้างแกน x , y และ z ซึ่งตั้งฉากกันทั้งสามแกนตามรูปแบบของมือขวา โดยจุดตัดของแกนทั้งสามเรียกว่า “จุดกำเนิด (Origin)” กำหนดให้ระยะห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน x เป็นค่า x , ให้ระยะห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน y เป็นค่า y และให้ระยะห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน z เป็นค่า z โดยระบบพิกัดนี้จะบอกตำแหน่งของวัตถุในรูปแบบ (x, y, z) ดังรูปด้านล่าง ในการบอกตำแหน่งนั้นต้องตระหนักเสมอว่าตำแหน่งอ้างอิงคือสิ่งจำเป็นในการระบุตำแหน่งของวัตถุ จึงควรบอกด้วยว่าตำแหน่งของวัตถุอ้างอิงเทียบกับสิ่งใด



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.1

จากรูปด้านล่าง จงบอกตำแหน่งของวัตถุตามระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน?

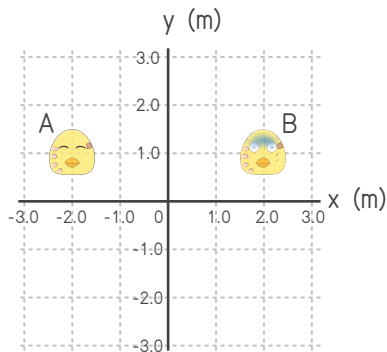


Answer : A = (3.0 m, 1.0 m), B = (-3.0 m, 2.0 m)

C = (-2.0 m, -2.0 m) and D = (2.0 m, -1.0 m)

Problem 2.2

จากรูปด้านล่าง วัตถุ A และ B อยู่ห่างกันเป็นระยะเท่าใด?

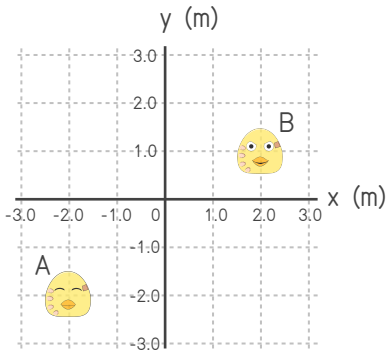


Answer : 4.0 m

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.3

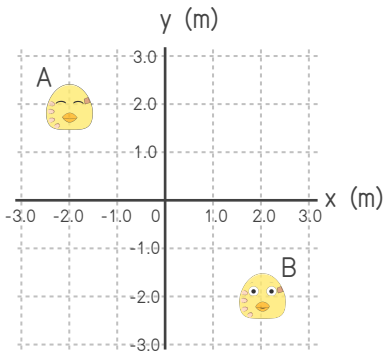
จากรูปด้านล่าง วัตถุ A และ B อยู่ห่างกันเป็นระยะเท่าใด?



Answer : 5.0 m

Problem 2.4

จากรูปด้านล่าง วัตถุ A และ B อยู่ห่างกันเป็นระยะเท่าใด?

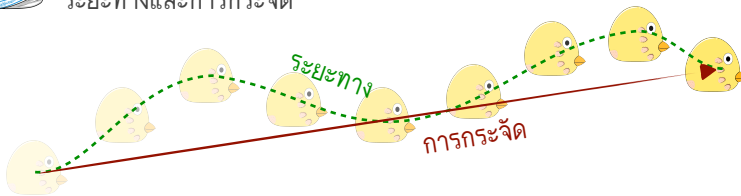


Answer : 5.7 m

ระยะทางและการกระจัด (Distance and Displacement)



ระยะทางและการกระจัด



ระยะทาง (Distance ; Δr หรือ s [m]) คือ ความยาวของเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุในช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งเป็นปริมาณสเกลาร์ (Scalar คือ ปริมาณที่มีขนาด แต่ไม่มีทิศทาง ใช้พีชคณิต (Algebra) ในการคำนวณปริมาณสเกลาร์) ระยะทางอธิบายการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุได้ดีในกรณีที่รู้เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างชัดเจน

การกระจัด (Displacement ; $\Delta \vec{r}$ หรือ $\vec{s}$ [m]) คือ เวกเตอร์ที่ชี้จากตำแหน่งเริ่มต้นของวัตถุไปยังตำแหน่งสุดท้ายของวัตถุในช่วงเวลาที่สนใจ (Vector คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง ใช้เรขาคณิต (Geometry) ในการคำนวณปริมาณเวกเตอร์ และเครื่องหมายบวกลบของเวกเตอร์ คือ สิ่งบอกถึงทิศทางของเวกเตอร์เทียบกับทิศที่กำหนดไว้เป็นทิศทางอ้างอิง) การกระจัดใช้อธิบายการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุได้ดีในกรณีที่ไม่รู้เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างชัดเจน

เห็นได้ว่าขนาดของการกระจัดไม่จำเป็นต้องเท่ากับระยะทาง ปริมาณทั้งสองจะเท่ากันเมื่อเป็นการเคลื่อนที่แนวตรงแบบไม่กลับทิศทาง

ทาง Pinfist จะใช้สัญลักษณ์ Δ แทนการเปลี่ยนแปลงหรือผลต่างของข้อมูล ซึ่งเท่ากับ (ข้อมูลตอนหลัง) - (ข้อมูลตอนต้น)

สัญลักษณ์ $\vec{\quad}$ ด้านบนสัญลักษณ์ใดๆ เป็นการบอกว่าสัญลักษณ์นั้นเป็นปริมาณเวกเตอร์

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.5

วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงไปทางขวาเป็นระยะทาง 8.0 km หลังจากนั้นวัตถุเคลื่อนที่กลับมาทางด้านซ้ายตามแนวเส้นตรงเดิมเป็นระยะทาง 3.0 km จงหาระยะทางและขนาดของการกระจัดของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 5.0 km

Problem 2.6

วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 45.0 m หลังจากนั้นวัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 60.0 m หลังจากนั้นวัตถุเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้น จงหาระยะทาง และการกระจัดของวัตถุดังกล่าว?

Answer : $\Delta r = 180 \text{ m}$ and $\Delta \vec{r} = 0 \text{ m}$

Problem 2.7

เริ่มต้นวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง (1.0 m, 2.0 m, 3.0 m) หลังจากนั้นวัตถุเคลื่อนที่ไปยังจุดกำเนิด หลังจากนั้นวัตถุเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (5.0 m, 6.0 m, 5.0 m) จงหาขนาดการกระจัดของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 6.0 m

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.8

วัตถุเคลื่อนที่บนเส้นทางครึ่งวงกลมรัศมี 14.0 m จงหาระยะทางและขนาดการกระจัดของวัตถุดังกล่าว?

Answer : $\Delta r = 44.0 \text{ m}$ and $|\Delta \vec{r}| = 28.0 \text{ m}$

Problem 2.9

วัตถุเคลื่อนที่รอบสนามรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 150 m (เริ่มจากมุมของสนาม) เป็นระยะทางรวม 1,500 m วัตถุนี้เคลื่อนที่เป็นการกระจัดขนาดเท่าใด?

Answer : 212 m

Problem 2.10

วัตถุเคลื่อนที่รอบสนามรูปวงกลมรัศมี R ที่ตำแหน่งซึ่งมีการกระจัดมากที่สุด วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นระยะทางน้อยที่สุดเท่าใด?

Answer : πR

อัตราเร็วและความเร็ว (Speed and Velocity)



อัตราเร็วและความเร็ว

อัตราเร็วเฉลี่ย (Average Speed ; v_{av} [m/s])

$$v_{av} = \frac{\text{ระยะทางในช่วงเวลาที่สนใจ}}{\text{ช่วงเวลาที่สนใจ}} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

ความเร็วเฉลี่ย (Average Velocity ; $\vec{v}_{av}$ [m/s])

$$\vec{v}_{av} = \frac{\text{การกระจัดในช่วงเวลาที่สนใจ}}{\text{ช่วงเวลาที่สนใจ}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

ความเร็วขณะหนึ่ง (Instantaneous Velocity ; $\vec{v}$ [m/s])

ในการหาความเร็ว ณ เวลานั้นทำได้โดยการพิจารณาความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาที่น้อยมากๆ (น้อยมากๆ คือ น้อยกว่านัยสำคัญที่สนใจ) จนช่วงเวลาเข้าใกล้ศูนย์ เขียนเป็นสัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

อัตราเร็วขณะหนึ่ง (Instantaneous Speed ; v [m/s])

เมื่อช่วงเวลาในการพิจารณาถูกบีบให้เหลือน้อยมากๆ ระยะทางในช่วงเวลานั้นจะสั้นมากๆ จนประมาณได้ว่าเป็นเส้นตรงและมีขนาดเท่ากับขนาดของการกระจัด ดังนั้นอัตราเร็ว ณ เวลานั้นจึงประมาณเท่ากับขนาดของความเร็ว ณ เวลานั้น

$$v = |\vec{v}|$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.11

วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงไปทางขวาเป็นระยะทาง 8.0 m โดยใช้เวลา 8.0 s หลังจากนั้นวัตถุเคลื่อนที่กลับมาทางด้านซ้ายตามแนวเส้นตรงเดิมเป็นระยะทาง 3.0 m โดยใช้เวลา 2.0 s จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยและขนาดความเร็วเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว?

Answer : $v_{av} = 1.1 \text{ m/s}$ and $|\vec{v}_{av}| = 0.50 \text{ m/s}$

Problem 2.12

วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 20.0 m จากนั้นเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 15.0 m โดยใช้เวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด 5.00 s จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยและขนาดของความเร็วเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว?

Answer : $v_{av} = 7.00 \text{ m/s}$ and $|\vec{v}_{av}| = 5.00 \text{ m/s}$

Problem 2.13

เริ่มต้นวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง (5.00 m, 0 m) เมื่อเวลาผ่านไป 10.0 s วัตถุได้เคลื่อนที่ไปอยู่ที่ตำแหน่ง (-3.00 m, 6.00 m) จงหาขนาดความเร็วเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 1.00 m/s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.14

ที่เวลา 1.00 s วัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง (3.00 m, 3.00 m) และที่เวลา 5.00 s วัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง (9.00 m, 9.00 m) จงหาขนาดความเร็วเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว ในช่วง 1.00 s ถึง 5.00 s?

Answer : 2.12 m/s

Problem 2.15

ภายในเวลา 20.0 s วัตถุเคลื่อนที่รอบสนามรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 100 m เป็นระยะทาง 700 m (เริ่มจากมุมของสนาม) วัตถุนี้มีความเร็วเฉลี่ยขนาดเท่าใด?

Answer : 5.00 m/s

Problem 2.16

วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 7.00 m ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 2.20 m/s ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เป็นเวลาทั้งหมด 100 s วัตถุนี้จะเคลื่อนที่เป็นระยะทางและการกระจัดเท่าใด?

Answer : $\Delta r = 220 \text{ m}$ and $\Delta \vec{r} = 0 \text{ m}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.17

วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 3.5 cm ด้วยความเร็วเฉลี่ยขนาด 1.4 cm/s ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เป็นเวลาทั้งหมด 5.0 s วัตถุดังกล่าวจะเคลื่อนที่เป็นระยะทางน้อยสุดเท่าใด?

Answer : 11 cm



ข้อสังเกต

ค่าเฉลี่ยไม่จำเป็นต้องเท่ากับค่าขณะหนึ่ง และอัตราเร็วเฉลี่ยไม่จำเป็นต้องเท่ากับขนาดของความเร็วเฉลี่ย

ในกรณีที่เรารู้เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างชัดเจน การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้มุมมองเชิงสเกลาร์นั้นสะดวกกว่ามุมมองเชิงเวกเตอร์

แต่ในกรณีที่เรารู้เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างชัดเจน การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้มุมมองเชิงเวกเตอร์จะอธิบายได้ชัดเจนกว่ามุมมองเชิงสเกลาร์

วัตถุที่มีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ แสดงว่าวัตถุนั้นมีระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นศูนย์ นั่นคือ วัตถุไม่ได้มีการเคลื่อนที่

แต่วัตถุที่มีความเร็วเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ แสดงว่าวัตถุนั้นมีการกระจัดเป็นศูนย์ วัตถุอาจอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งเดิมก็ได้ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าวัตถุไม่ได้มีการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.18 Challenge

วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแกน x ตามสมการ $x = 4t^4$ เมื่อ x คือ ตำแหน่งของวัตถุในหน่วย m และ t คือ เวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุในหน่วย s จงหาอัตราเร็วของวัตถุดังกล่าวที่เวลา $4.00\ s$?

Answer : $1.02\ km/s$

Problem 2.19 Challenge

วัตถุเคลื่อนที่บนแนวแกน x ตามสมการ $x = 3t^2 + 4t + 5$ เมื่อ x คือ ตำแหน่งของวัตถุในหน่วย m และ t คือ เวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุในหน่วย s จงหา

- ตอนเริ่มต้น วัตถุอยู่ที่ตำแหน่งใด?
- ที่เวลา $6.00\ s$ วัตถุอยู่ที่ตำแหน่งใด?
- จากเริ่มต้นจนถึงเวลา $6.00\ s$ วัตถุมีความเร็วเฉลี่ยขนาดเท่าใด?
- ที่เวลา $6.00\ s$ วัตถุมีความเร็วขนาดเท่าใด?

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Answer : a) 5.00 m, b) 137 m, c) 22.0 m/s and d) 40.0 m/s

Problem 2.20 Challenge

วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแกน x ด้วยความเร็วตามสมการ $v = 4t + 4$ จงหา
การกระจัดของวัตถุในช่วงเวลา 0 - 2.00 s?

Answer : 16.0 m

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.21 Challenge

วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแกน x ด้วยความเร็วตามสมการ $v = 6t^2 + 4t + 2$ จงหาขนาดการกระจัดของวัตถุและขนาดความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา $0 - 2.00$ s?

Answer : $|\Delta \vec{r}| = 28.0$ m and $|\vec{v}_{av}| = 14.0$ m/s

ความเร่ง (Acceleration)



ความเร่ง (Acceleration)

ความเร่งเฉลี่ย (Average Acceleration ; $\bar{a}_{av}$ [m/s^2])

$$\bar{a}_{av} = \frac{\text{ความเร็วที่เปลี่ยนไป}}{\text{ช่วงเวลาที่สนใจ}} = \frac{\text{ความเร็วปลาย} - \text{ความเร็วต้น}}{\text{ช่วงเวลาที่สนใจ}} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

ความเร่งขณะหนึ่ง (Instantaneous Acceleration ; $\vec{a}$ [m/s^2])

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

อัตราเร่งไม่มีนิยามในทางฟิสิกส์ ทั้งในความหมายอัตราเร่งเฉลี่ย และอัตราเร่งขณะหนึ่ง จึงไม่ควรนำมาเทียบกับความเร่ง

Problem 2.22

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาด 2.0 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 4.0 s วัตถุเปลี่ยนความเร็วไปเป็น 10.0 m/s ในทิศทางเดิม จงหาขนาดความเร่งเฉลี่ยของวัตถุ?

Answer : 2.0 m/s^2

Problem 2.23

วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็วขนาด 3.0 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 5.0 s วัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นทิศใต้ด้วยความเร็วขนาด 6.0 m/s จงหาขนาดความเร่งเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 1.8 m/s^2

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.24

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5.00 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 2.00 s วัตถุมีความเร็วเป็น 2.50 m/s ในทิศใต้ และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 2.00 s วัตถุได้หยุดนิ่ง จงหาขนาดของความเร่งเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 1.25 m/s^2

Problem 2.25

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งเฉลี่ย 2.00 m/s^2 เมื่อเวลาผ่านไป 10.00 s วัตถุนี้จะมีความเร็วเป็นเท่าใด?

Answer : 20.0 m/s

Problem 2.26

ที่เวลา $t = 10.0 \text{ s}$ วัตถุมีความเร็วเท่ากับ 0 m/s ถ้าในช่วง $0 - 10.0 \text{ s}$ วัตถุมีความเร่งเฉลี่ยเป็น 3.00 m/s^2 ในทิศ $-x$ จงหาความเร็วของวัตถุที่เวลา 0 s ?

Answer : 30.0 m/s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.27 Challenge

วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแกน x ตามสมการ $v = 3t^2 + 4t + 5$ เมื่อ v คือ ความเร็วในหน่วย m/s และ t คือ เวลาในหน่วย s

- a) จงหาการกระจัดในช่วง 0 - 4.00 s?
- b) จงหาความเร็วเฉลี่ยในช่วง 0 - 4.00 s?
- c) จงหาความเร็วที่เวลา 4.00 s?
- d) จงหาความเร่งเฉลี่ยในช่วง 0 - 4.00 s?
- e) จงหาความเร่งที่เวลา 4.00 s?

Answer : a) 116 m, b) 29.0 m/s, c) 69.0 m/s, d) 16.0 m/s²
and e) 28.0 m/s²

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.28 Challenge

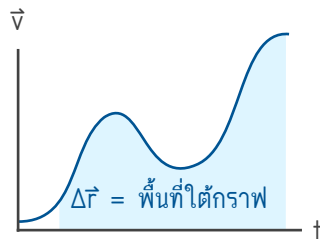
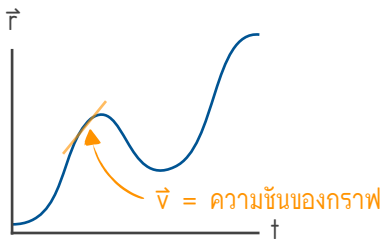
วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแกน x ตามสมการ $a = 10 - 2t$ เมื่อ a คือ ความเร่ง ในหน่วย m/s^2 และ t คือ เวลาในหน่วย s โดยที่เวลา $t = 0 \text{ s}$ วัตถุอยู่ที่ ตำแหน่ง 8.67 m และมีความเร็วเท่ากับ 15.0 m/s จงหาขนาดความเร่งเฉลี่ยและ ขนาดการกระจัดของวัตถุในช่วง $0 - 5.00 \text{ s}$?

Answer : $|\bar{a}_v| = 5.00 \text{ m/s}^2$ and $|\Delta x| = 158 \text{ m}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

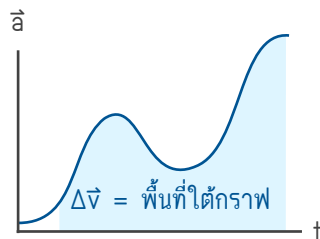
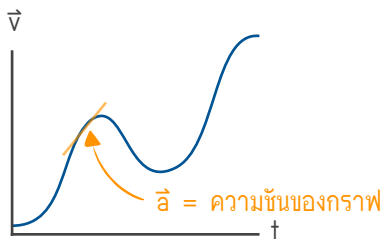
กราฟในการเคลื่อนที่ (Graphs in motion)

จาก $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ สามารถตีความในเชิงแคลคูลัสได้ ดังนี้



ค่าเฉลี่ยหาได้จากความชันของกราฟเส้นตรงที่ลากผ่านสองจุดในกราฟ แต่
ค่าขณะหนึ่งหาได้จากความชันของกราฟที่จุดนั้น

จาก $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ สามารถตีความในเชิงแคลคูลัสได้ ดังนี้

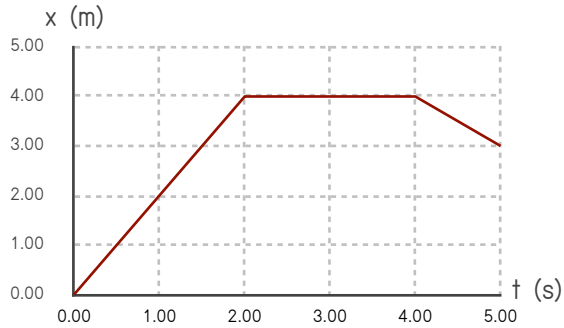


พื้นที่ใต้กราฟเป็นได้ทั้งค่าบวกและลบ



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.29



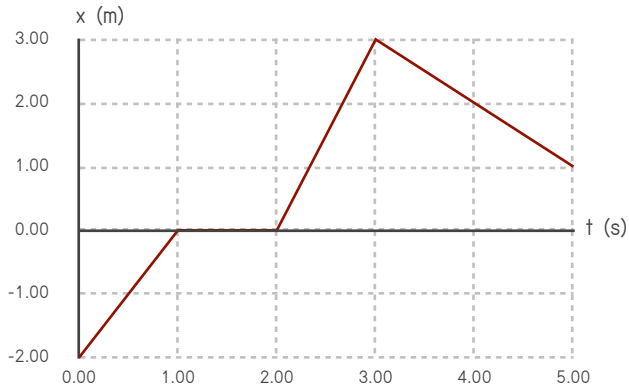
วัตถุเคลื่อนที่ในแนวราบ โดยมีตำแหน่งตามแนวแกน x ที่เวลาใดๆ ดังกราฟด้านบน จงหาขนาดความเร็วของวัตถุที่เวลา 1.00 s และที่ 3.00 s?

Answer : $\vec{v}_1 = 2.00 \text{ m/s}$ and $\vec{v}_3 = 0 \text{ m/s}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.30

วัตถุเคลื่อนที่โดยมีตำแหน่งตามแนวแกน x ที่เวลาใดๆ ดังกราฟด้านล่าง

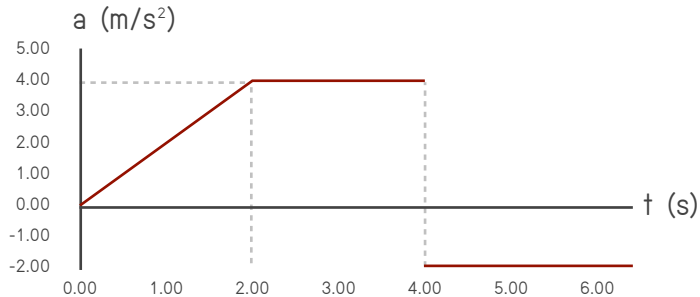


- จงหาความเร็วของวัตถุที่เวลา 4.00 s?
- จงหาความเร็วของวัตถุที่เวลา 2.22 s?
- จงหาความเร็วเฉลี่ยในช่วง 0 - 4.00 s?

Answer : a) -1.00 m/s, b) 3.00 m/s and c) 1.00 m/s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.31

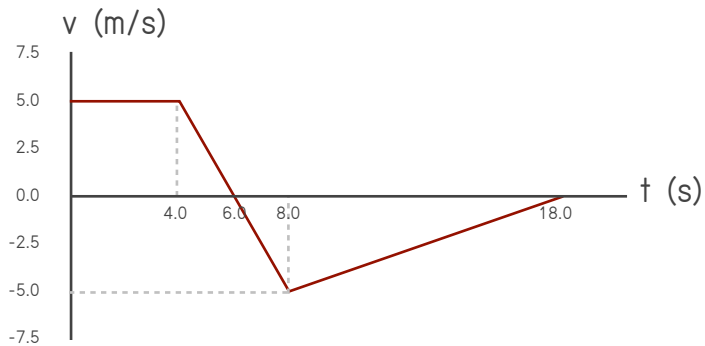


จากกราฟด้านบน ถ้าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง จงหาความเร็วของวัตถุที่เวลา 6.00 s และความเร่งเฉลี่ยของวัตถุในช่วง 0 - 6.00 s?

Answer : $\vec{v} = 8.0 \text{ m/s}$ and $\vec{a}_{av} = 1.3 \text{ m/s}^2$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.32

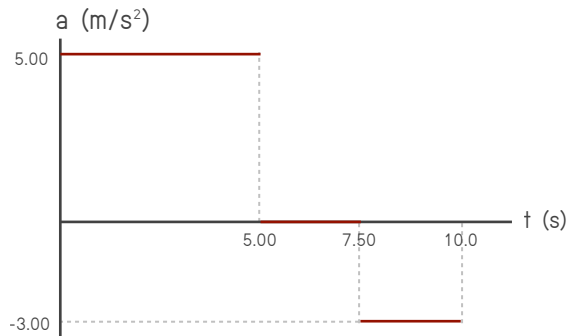


จากกราฟด้านบน วัตถุจะกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นที่เวลาเท่าใด?

Answer : 13.5 s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.33



จากกราฟด้านบน ถ้าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง การกระจัดของวัตถุที่เวลา 10.0 s เป็นเท่าใด?

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Answer : 178 m



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

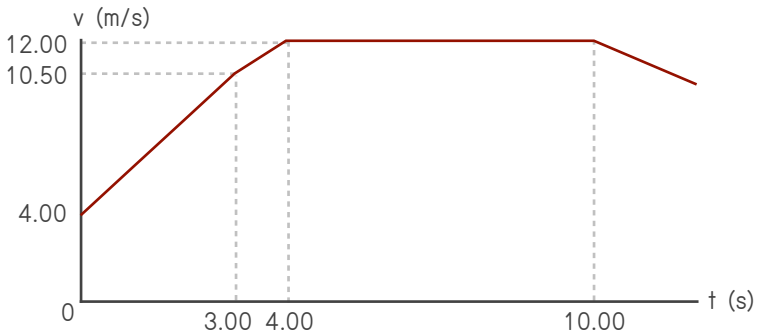
Problem 2.34

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ 5.00 m/s^2 เมื่อเวลาผ่านไป 3.00 s วัตถุดังกล่าวจะมีความเร็วเป็นเท่าใด?

Answer : 15.0 m/s

Problem 2.35

Usain Bolt ทำสถิติวิ่ง 100 m ในปี 2009 โดยมีกราฟ v, t (เป็นกราฟโดยประมาณ) ดังรูปด้านล่าง



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

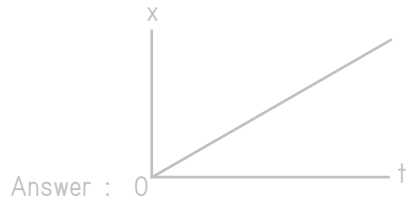
- a) จงหาเวลาที่ใช้ในการการวิ่ง 100 m?
- b) จงหาขนาดความเร็วเฉลี่ยในช่วง 100 m?
- c) จงหาขนาดความเร็วสูงสุดในช่วง 100 m?
- d) จงหาขนาดความเร่งเฉลี่ยในช่วง 0 - 3.00 s?
- e) จงหาขนาดความเร่งเฉลี่ยในช่วง 100 m?
- f) ที่ความเร็วสูงสุด ความเร่งมีขนาดเป็นเท่าใด?

Answer : a) 9.58 s, b) 10.4 m/s, c) 12.00 m/s,
d) 2.17 m/s², e) 0.835 m/s² and f) 0 m/s²

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

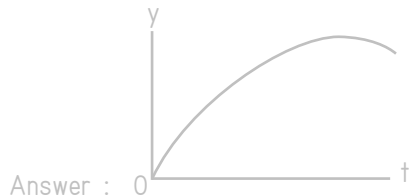
Problem 2.36

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ตามแนวแกน x จากตำแหน่ง $x = 0$ ด้วยความเร็วต้น v ในทิศ $+x$ ถ้าวัตถุดังกล่าวมีความเร่งเป็น 0 จงวาดกราฟตำแหน่งกับเวลาของวัตถุดังกล่าว?



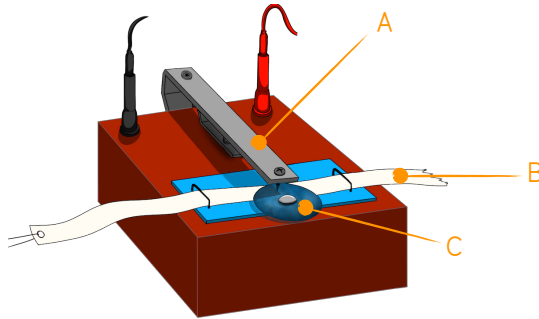
Problem 2.37

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ตามแนวแกน y จากตำแหน่ง $y = 0$ ด้วยความเร็วต้น v ในทิศ $+y$ ถ้าวัตถุดังกล่าวมีความเร่งคงที่เป็น $-a$ จงวาดกราฟตำแหน่งกับเวลาของวัตถุดังกล่าว?



เครื่องเคาะสัญญาณเวลา (Ticker-Timer)

เครื่องเคาะสัญญาณเวลา (Ticker-Timer)



A : คันเคาะ เมื่อต่อระบบไฟฟ้าเข้าเครื่องเคาะสัญญาณเวลา คันเคาะจะสั่นขึ้นลงด้วยความถี่ตามสัญญาณไฟฟ้านั้น

B : แถบกระดาษ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ แถบกระดาษที่ติดกับวัตถุจะถูกวัตถุดึงให้เคลื่อนที่ผ่านคันเคาะ เมื่อคันเคาะกดลงบนกระดาษคาร์บอน ทำให้ข้อมูลของระยะทางในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ณ เวลาต่างๆ ได้ถูกบันทึกไว้บนแถบกระดาษ

C : กระดาษคาร์บอน เมื่อปลายเข็มกดลงบนกระดาษคาร์บอนจะเกิดจุดเล็กๆ ขึ้นบนแถบกระดาษ

ตัวอย่างการหาความเร็วจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

ระบบไฟฟ้าในประเทศไทยมีความถี่ 50 Hz ดังนั้นเครื่องเคาะสัญญาณเวลาจึงสั่นด้วยความถี่ 50 Hz

$$\text{จาก} \quad \text{ความถี่} = \frac{\text{จำนวนรอบในช่วงเวลาที่สนใจ}}{\text{ช่วงเวลาที่สนใจ}}$$

$$\text{ช่วงเวลาที่สนใจ} = \frac{\text{จำนวนรอบในช่วงเวลาที่สนใจ}}{\text{ความถี่}}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

ถ้าพิจารณาในช่วง 1 รอบ จะได้ช่วงเวลา $\Delta t = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 0.02 \text{ s}$

หมายความว่าวัตถุได้ใช้เวลาเคลื่อนที่ไป 0.02 s ในการเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 1 ช่วงจุด และใช้เวลาเคลื่อนที่ไป $2(0.02 \text{ s}) = 0.04 \text{ s}$ ในการเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 2 ช่วงจุด (ช่วงเวลาระหว่างจุดสองจุดบนแถบกระดาษที่อยู่ติดกันเท่ากันเสมอ)



$\therefore$ ความเร็วเฉลี่ยในช่วง AC หรือความเร็วเฉลี่ยที่จุด B จะมีขนาดเท่ากับ

$$|\vec{v}_B| = \frac{\text{ระยะ AC}}{\text{ช่วงเวลา AC}}$$

$\therefore$ ความเร็วเฉลี่ยในช่วง BD หรือความเร็วเฉลี่ยที่จุด C จะมีขนาดเท่ากับ

$$|\vec{v}_C| = \frac{\text{ระยะ BD}}{\text{ช่วงเวลา BD}}$$

$\therefore$ ความเร็วเฉลี่ยในช่วง CE หรือความเร็วเฉลี่ยที่จุด D จะมีขนาดเท่ากับ

$$|\vec{v}_D| = \frac{\text{ระยะ CE}}{\text{ช่วงเวลา BD}}$$

$\therefore$ ความเร่งเฉลี่ยในช่วง BD หรือความเร็วเฉลี่ยที่จุด C จะมีขนาดเท่ากับ

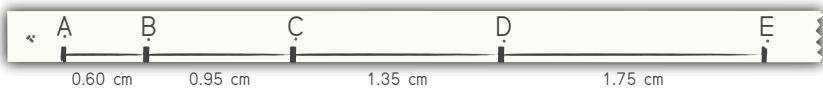
$$|\vec{a}_C| = \frac{|\vec{v}_D - \vec{v}_B|}{\text{ช่วงเวลา BD}}$$



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.38

เมื่อนำเครื่องเคาะสัญญาณเวลามาต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 50 Hz ได้แถบกระดาษจากการทดลองดังรูปด้านล่าง



จงหาขนาดความเร็วเฉลี่ยที่จุด B, C, D และขนาดความเร่งเฉลี่ยที่จุด C?

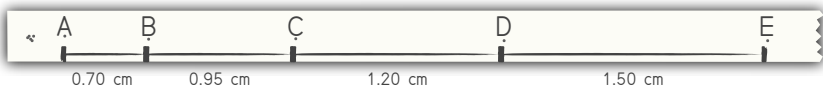
Answer : $|v_B| = 0.39 \text{ m/s}$, $|v_C| = 0.58 \text{ m/s}$,

$|v_D| = 0.78 \text{ m/s}$ and $|a_C| = 9.8 \text{ m/s}^2$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.39

เมื่อนำเครื่องเคาะสัญญาณเวลามาต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 60 Hz ได้แถบกระดาษจากการทดลองดังรูปด้านล่าง



จงหาขนาดความเร็วเฉลี่ยที่จุด B, C, D และขนาดความเร่งเฉลี่ยที่จุด C?

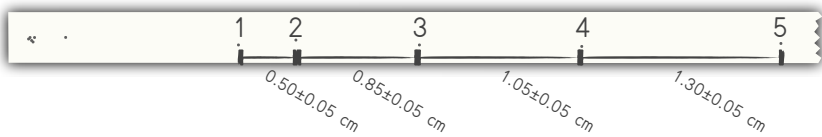
Answer : $|v_B| = 0.50 \text{ m/s}$, $|v_C| = 0.65 \text{ m/s}$,

$|v_D| = 0.81 \text{ m/s}$ and $|a_C| = 9.3 \text{ m/s}^2$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.40

เมื่อนำเครื่องเคาะสัญญาณเวลามาต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 50 Hz ได้แถบกระดาษจากการทดลองดังรูปด้านล่าง



จงหาขนาดความเร่งเฉลี่ยที่จุด 3?

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Answer : $6.3 \pm 1.3 \text{ m/s}^2$

Problem 2.41 Challenge

ถ่ายวิดีโอด้วย FPS = 30 Frame/s ถ้าจากภาพแรกไปจนถึงภาพที่ 10 พบว่าตำแหน่งของวัตถุเปลี่ยนไปเป็นระยะทาง 1.20 m จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยของวัตถุดังกล่าว (FPS คือ จำนวนภาพใน 1 วินาที (Frames per second) เป็นความสัมพันธ์ของจำนวนภาพต่อเวลา เรียกอีกอย่างว่า “Frame rate”)?

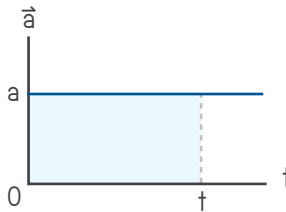
Answer : 4.00 m/s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติด้วยความเร่งคงที่ (One-Dimensional Motion with Constant Acceleration)

พิจารณาการเคลื่อนที่ภายใต้เงื่อนไข

- 1) วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ a
- 2) เวลา $t = 0$ วัตถุมีความเร็ว u
- 3) ที่เวลา $t = t$ วัตถุมีความเร็ว v
- 4) ในช่วงเวลา $0 - t$ วัตถุเคลื่อนที่เป็นการกระจัด s
- 5) u และ v มีทิศทางกับ a

พิจารณารกราฟ a กับ t ตามเงื่อนไขด้านบน

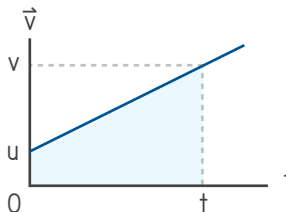


$$\Delta v = \text{พื้นที่ใต้กราฟ } a, t \text{ ในช่วง } 0 - t$$

$$v - u = at$$

$$v = u + at \quad \dots\dots\dots (S)$$

นำสมการ $v = u + at$ มาวาดกราฟระหว่าง v กับ t



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

สิ = พื้นที่ใต้กราฟ $\vec{v}$, t ในช่วง $0 - t$

$$\text{สิ} = \frac{(\vec{v} + \vec{u})t}{2} \quad \dots\dots\dots (\text{อ})$$

สังเกตได้ว่าทั้งสองสมการมีตัวแปรรวมกันอยู่ 5 ตัว คือ $\vec{v}$, $\vec{u}$, อ , สิ และ t โดยแต่ละสมการจะมีตัวแปรไม่ถูกกล่าวถึง 1 ตัว เช่น สมการ (อ) จะไม่กล่าวถึงตัวแปร สิ เป็นต้น ต่อจากนี้เราจะหาอีก 3 สมการ เพื่อให้ครบทั้ง 5 สมการ

จากสมการ (อ) จะได้ $\vec{v} = \vec{u} + \text{อ}t$ แทนในสมการ $\text{สิ} = \frac{(\vec{v} + \vec{u})t}{2}$ จะได้

$$\begin{aligned} \text{สิ} &= \frac{((\vec{u} + \text{อ}t) + \vec{u})t}{2} \\ \text{สิ} &= \vec{u}t + \frac{1}{2}\text{อ}t^2 \quad \dots\dots\dots (\text{ข}) \end{aligned}$$

จากสมการ (อ) จะได้ $\vec{u} = \vec{v} - \text{อ}t$ แทนในสมการ $\text{สิ} = \frac{(\vec{v} + \vec{u})t}{2}$ จะได้

$$\begin{aligned} \text{สิ} &= \frac{(\vec{v} + (\vec{v} - \text{อ}t))t}{2} \\ \text{สิ} &= \vec{v}t - \frac{1}{2}\text{อ}t^2 \quad \dots\dots\dots (\text{ค}) \end{aligned}$$

จากสมการ (อ) จะได้ $t = \frac{(\vec{v} - \vec{u})}{\text{อ}}$ แทนในสมการ $\text{สิ} = \frac{(\vec{v} + \vec{u})t}{2}$ จะได้

$$\begin{aligned} \text{สิ} &= \frac{(\vec{v} + \vec{u})}{2} \frac{(\vec{v} - \vec{u})}{\text{อ}} \\ v^2 &= u^2 + 2\text{อ}\cdot\text{สิ} \quad \dots\dots\dots (\text{ง}) \end{aligned}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)



สมการสำหรับการเคลื่อนที่ใน 1 มิติภายใต้ความเร่งคงที่

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t \quad \dots\dots\dots (\text{ร})$$

$$\vec{s} = \frac{(\vec{v} + \vec{u})t}{2} \quad \dots\dots\dots (\text{ล})$$

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \quad \dots\dots\dots (\vec{v})$$

$$\vec{s} = \vec{v}t - \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \quad \dots\dots\dots (\vec{u})$$

$$v^2 = u^2 + 2\vec{a}\cdot\vec{s} \quad \dots\dots\dots (t)$$

Problem 2.42

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ 10.0 m/s^2 เมื่อเวลาผ่านไป 2.00 s วัตถุดังกล่าวจะมีความเร็วเท่าใด?

Answer : 20.0 m/s

Problem 2.43

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ จนมีความเร็ว 20.0 m/s ภายในเวลา 2.00 s จงหาการกระจัดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว?

Answer : 20.0 m

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.44

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20.0 m/s ในทิศตะวันออก หลังจากเวลาผ่านไป 10.0 s วัตถุเคลื่อนที่เป็นการกระจัด 100 m ในทิศตะวันออก ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ จงหาความเร่งของวัตถุดังกล่าว?

Answer : -2.00 m/s^2

Problem 2.45

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ขนาด 10.0 m/s^2 เมื่อเวลาผ่านไป 10.0 s วัตถุดังกล่าวมีความเร็ว 100 m/s ในทิศทางเดียวกับความเร่ง จงหาการกระจัดของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 500 m

Problem 2.46

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ 6.00 m/s^2 จงหาความเร็วของวัตถุดังกล่าว เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นการกระจัด 12.0 m ในทิศทางเดียวกับความเร่ง?

Answer : 12.0 m/s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.47

วัตถุถูกเร่งจากหยุดนิ่งจนมีความเร็วขนาดเป็น 40 m/s ภายในระยะทาง 1.0 cm ความเร่งที่ใช้เร่งวัตถุดังกล่าวมีขนาดเท่าใด?

Answer : 80 km/s^2

Problem 2.48

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ โดยวัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่เป็นการกระจัด 10.0 m ภายในเวลา 2.00 s ที่เวลาดังกล่าววัตถุมีความเร็วเท่าใด?

Answer : 10.0 m/s

Problem 2.49

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 10.0 s วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่เป็นการกระจัด 100 m โดยมีความเร็ว 100 m/s ในทิศทางเดียวกับความเร่ง จงหาความเร่งของวัตถุดังกล่าว?

Answer : 18.0 m/s^2

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.50

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ โดยมีความเร็วต้น 10.0 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 5.00 s วัตถุมีความเร็วเป็น 10.0 m/s ในทิศตรงข้ามกับความเร็วต้น จงหาความเร่งของวัตถุดังกล่าว?

Answer : -4.00 m/s^2

Problem 2.51

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น 10.0 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 60 s วัตถุเคลื่อนที่กลับมายังจุดเริ่มต้น ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ จงหาความเร่งของวัตถุดังกล่าว?

Answer : -0.33 m/s^2

Problem 2.52

วัตถุเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ขนาด 5.00 m/s^2 จงหาความเร่งเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยเมื่อเวลาผ่านไป 5.00 s ?

Answer : $\vec{a}_{av} = 5.00 \text{ m/s}^2$ and $\vec{v}_{av} = 12.5 \text{ m/s}$ #

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.53

รถยนต์คันหนึ่งสามารถเบรคด้วยความหน่วงสูงสุดขนาด a ถ้ามนุษย์โดยปกติมีอัตรา
การตอบสนองในการเบรคเป็นช่วงเวลา t (จะทำการเบรคหลังจากตัดสินใจเบรคเป็น
เวลา t) ถ้ารถยนต์เคลื่อนที่มาด้วยความเร็วต้นขนาด u รถยนต์คันนี้จะเคลื่อนที่เป็น
ระยะทางเท่าใดหลังจากเริ่มตัดสินใจทำการเบรค?

$$\text{Answer : } ut + \frac{u^2}{2a}$$

เพิ่มเติม

ช่วงเวลาในการตอบสนองของมนุษย์โดยปกติจะอยู่ที่ประมาณ $t = 0.75 \text{ s}$
ความหน่วงของรถยนต์ทั่วไปอยู่ที่ประมาณ $a = 6.25 \pm 1.25 \text{ m/s}^2$

$$\therefore s = ut + \frac{u^2}{2a}$$

พิจารณาที่ความหน่วงต่ำสุด $a = 6.25 - 1.25 \text{ m/s}^2 = 5.00 \text{ m/s}^2$

$$\text{จะได้ } s = u(0.75) + \frac{u^2}{2(5.00)}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

ความเร็วต้น (km/hr)	ความเร็วต้น (m/s)	ระยะเบรค (m)
5.0	1.4	1.2
25	6.9	10
50	13.9	30
80	22	66
100	28	98
120	33	136
150	42	205



ข้อสังเกต

ค่าเฉลี่ยของค่าคงที่จะเท่ากับค่าคงที่นั้นๆ

ความเร่งทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงก็ได้ วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเป็นค่าลบอาจเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงก็ได้ ขึ้นกับว่าความเร่งมีทิศเดียวกับความเร็วหรือมีทิศตรงข้ามกับความเร็ว ดังนั้นการที่ความเร่งเป็นค่าบวกวัตถุอาจเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงก็ได้เช่นกัน

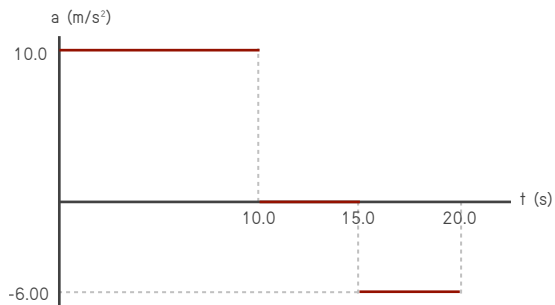
วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ มีความเร่งได้ เพราะความเร่งนั้นทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศโดยไม่เปลี่ยนอัตราเร็ว ทำให้อัตราเร็วคงที่แต่ความเร็วไม่คงที่

วัตถุที่มีความเร่งเป็นศูนย์ วัตถุนั้นอาจหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ก็ได้

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.54

จากกราฟด้านล่าง ถ้าที่เวลา $t = 0$ s วัตถุมีความเร็วเป็น 0 m/s ที่เวลา $t = 20.0$ s วัตถุจะมีความเร็วและการกระจัดเป็นเท่าใด?



Answer : $\vec{v} = 70.0 \text{ m/s}$ and $\vec{r} = 1,425 \text{ m}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.55

วัตถุ A เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ขนาด v ในทิศ $+x$ เมื่อวัตถุ A เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งค่า x เดียวกับวัตถุ B วัตถุ B จึงเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ขนาด a ในทิศทาง $+x$ จงหาว่าวัตถุทั้งสองจะอยู่ตำแหน่งเดียวกันอีกเมื่อวัตถุ B เคลื่อนที่เป็นการกระจัดเท่าใด?

$$\text{Answer : } \frac{2v^2}{a}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.56

วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ a โดยที่เวลา $t = 0$ วัตถุมีความเร็วขนาด u ในทิศเดียวกับความเร่ง จงหาว่าที่เวลา t ใดๆ ไปจนถึงเวลาที่ $t + \Delta t$ วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นการกระจัดเท่าใด?

$$\text{Answer : } u\Delta t + at\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.57

วัตถุ A และวัตถุ B เริ่มเคลื่อนที่พร้อมกันจากหยุดนิ่ง โดยวัตถุ B นำหน้าวัตถุ A เป็นระยะ L ถ้าวัตถุ A มีความเร่งคงที่เป็น n เท่าของความเร่งของวัตถุ B (ความเร่งทั้งสองวัตถุมีทิศเดียวกัน) จงหาว่าวัตถุ A จะเคลื่อนที่ได้ทันวัตถุ B เมื่อวัตถุ B เคลื่อนที่เป็นการกระจัดเท่าใด?

Answer : $\frac{L}{n - 1}$

การตกอย่างอิสระ (Freely Falling)



การตกอย่างอิสระ (Freely Falling)

การตกอย่างอิสระ คือ การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงโดยไม่มีผลกระทบจากแรงอื่นๆ หรืออาจประมาณได้ว่าแรงอื่นๆ เข้ามารบกวนการเคลื่อนที่น้อยมากๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีที่วัตถุมีความเร็วค่อยๆ และวัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนระดับความสูงไม่มากนัก ทำให้การตกอย่างอิสระเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งค่อนข้างคงที่ วัตถุจึงเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงและสามารถอธิบายได้โดยการใช้สมการสำหรับการเคลื่อนที่ใน 1 มิติภายใต้ความเร่งคงที่

ความเร่งดังกล่าวประมาณค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งใช้สัญลักษณ์เป็น g และมีทิศชี้เข้าหาจุดศูนย์กลางมวลของโลก (อาจประมาณได้ว่ามีทิศชี้ลงมาตั้งฉากกับพื้น) โดยค่า g ที่ผิวโลกมีค่าประมาณ 9.80 m/s^2

จากสมการ $v^2 = u^2 + 2a\Delta r$ สามารถอธิบายได้ว่าการโยนวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง ระยะสูงสุด (Δr) จะขึ้นกับความเร็วต้น (u) ในการโยนวัตถุเท่านั้น เนื่องจาก $a = g$ และ $v = 0 \text{ m/s}$ เหมือนกันในทุกๆ ความเร็วต้น

เพื่อให้สอดคล้องกับระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน ทาง Pinfist จะกำหนดให้ทิศขึ้นเป็นเครื่องหมาย + (ทิศลงเป็นเครื่องหมาย -) เมื่อพิจารณาตามแนวดิ่งจะ g มีทิศเป็น -



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.58

ปล่อยวัตถุจากหยุดนิ่งให้ตกลงมาอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงโลก ถ้าตำแหน่งที่ปล่อยวัตถุอยู่สูงจากพื้น 19.6 m วัตถุดังกล่าวจะใช้เวลาในการเคลื่อนที่จากเริ่มปล่อยจนถึงถึงพื้นเป็นเท่าใด?

Answer : 2.00 s

Problem 2.59

โยนวัตถุขึ้นในแนวตั้ง พบว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปเป็นระยะ L วัตถุมีความเร็วเป็น v จงหาการกระจัดมากที่สุดที่เป็นไปได้ของวัตถุดังกล่าว (กำหนดค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ g)?

Answer : $L + \frac{v^2}{2g}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.60

โยนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น u จงหา

- a) ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนไปถึงจุดสูงสุดเป็นเท่าใด?
- b) ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นเป็นเท่าใด?
- c) วัตถุขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด?

Answer : a) $\frac{u}{g}$, b) $\frac{2u}{g}$ and c) $\frac{u^2}{2g}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.61

จากการวิเคราะห์ภาพแบบ Super slow motion พบว่าวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปชนเพดาน ซึ่งอยู่สูงจากวัตถุ 3.00 m ภายในเวลา 0.40 s ถ้าการเคลื่อนที่ดังกล่าวไม่คิดแรงต้านจากอากาศ วัตถุจะมีความเร็วต้น และความเร็วขณะชนเพดานเป็นเท่าใด?

Answer : $\vec{u} = 9.5 \text{ m/s}$ and $\vec{v} = 5.5 \text{ m/s}$

Problem 2.62

น้ำหยดลงมาจากเพดานสูงจากพื้น h พบว่าเมื่อหยดน้ำตกถึงพื้น หยดน้ำหยดต่อไป กำลังตกลงมาพอดี ถ้าหยดน้ำตกลงมาอย่างสม่ำเสมอตามเงื่อนไขข้างต้น ในช่วงเวลา T จะมีหยดน้ำตกลงมาทั้งหมดกี่หยด?

Answer : $T\sqrt{\frac{g}{2h}}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.63

วัตถุก้อนที่ 1 และวัตถุก้อนที่ 2 เคลื่อนที่ขึ้นตามแนวดิ่งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก การกระจัดสูงสุดของวัตถุทั้งสองเท่ากับ h_1 และ h_2 ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างขนาดของความเร็วต้นของวัตถุก้อนที่ 1 ต่อวัตถุก้อนที่ 2 เป็นเท่าใด?

Answer : $\sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$

Problem 2.64

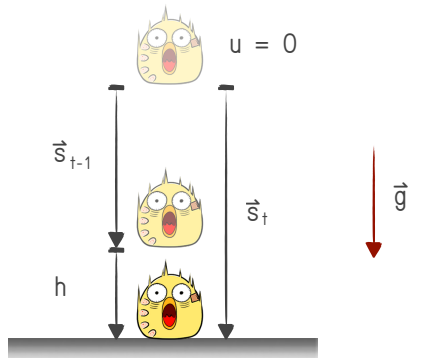
ปล่อยวัตถุตกอย่างอิสระ จะใช้เวลาานเท่าใดขนาดความเร็วของวัตถุจึงจะเป็น 5 เท่าของขนาดความเร็วเมื่อปล่อยวัตถุมาเป็นเวลา 1 s?

Answer : 5 s

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.65

ปล่อยวัตถุให้ตกลงมาในแนวดิ่งอย่างอิสระ พบว่าในช่วง 1 วินาทีสุดท้ายของการเคลื่อนที่ก่อนที่วัตถุจะกระทบพื้น วัตถุได้เคลื่อนที่เป็นระยะ h จงหาว่าตำแหน่งที่เริ่มปล่อยวัตถุอยู่สูงจากพื้นเท่าใด?



$$\text{Answer : } \frac{g}{2} \left(\frac{h}{g} + \frac{1}{2} \right)^2$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.66

จรวดเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งจากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ a เมื่อเวลาผ่านไป T เชื้อเพลิงของจรวดได้หมดลงทำให้จรวดเคลื่อนที่ต่อไปแบบการตกอย่างอิสระ ถ้าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ g วัตถุดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปได้สูงสุดเป็นระยะเท่าใด และเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนกลับมายังพื้นเป็นเท่าใด?

$$\text{Answer : } \vec{s} = \frac{aT^2(g + a)}{2g} \text{ and } t = T\left(1 + \frac{a}{g} + \frac{a}{g}\sqrt{1 + \frac{g}{a}}\right)$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.67

โยนวัตถุสองชิ้นขึ้นในแนวดิ่งจากตำแหน่งเดียวกันด้วยความเร็วต้น u เท่ากัน โดยทั้งช่วงเวลาในการโยนห่างกัน T วัตถุทั้งสองจะชนกันสูงจากตำแหน่งที่โยนวัตถุเท่าใด?

$$\text{Answer : } \frac{u^2}{2g} - \frac{gT^2}{8}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.68

โยนลูกฟุตบอลขึ้นไปตามแนวดิ่งด้วยความเร็ว u เมื่อลูกบอลดังกล่าวขึ้นไปถึงจุดสูงสุดได้มีการโยนลูกฟุตบอลอีกลูกตามขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น u ลูกฟุตบอลทั้งสองจะชนห่างจากจุดที่โยนลูกบอลเป็นระยะเท่าใด?

$$\text{Answer : } \frac{3u^2}{8g}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.69

วัตถุชิ้นหนึ่งถูกปล่อยมาในแนวดิ่งจากระดับความสูง h ด้วยความเร็วต้น u พร้อมกับวัตถุอีกชิ้นหนึ่งซึ่งถูกโยนขึ้นไปจากพื้นตามแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น v ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ตั้งแต่เริ่มต้นจนชนกันเป็นเท่าใด และถ้าเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นในสถานที่ซึ่งไม่มีแรงโน้มถ่วง ($g = 0 \text{ m/s}^2$) ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นเท่าใด?

$$\text{Answer : } \frac{h}{u + v}$$

การเคลื่อนที่แบบสัมพัทธ์ (Relative Motion)



ข้อตกลงเชิงสัญลักษณ์

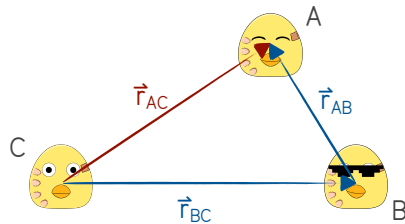
x_{AB} คือ ปริมาณ x ของ A เทียบกับ B (ปริมาณ x ซึ่ง B สังเกต A)

$\vec{r}_{AB}$ คือ ตำแหน่งของ A เทียบกับ B (ตำแหน่งซึ่ง B สังเกต A)

$\Delta \vec{r}_{AB}$ คือ การกระจัดของ A เทียบกับ B (การกระจัดซึ่ง B สังเกต A)

$\vec{v}_{AB}$ คือ ความเร็วของ A เทียบกับ B (ความเร็วซึ่ง B สังเกต A)

$\vec{a}_{AB}$ คือ ความเร่งของ A เทียบกับ B (ความเร่งซึ่ง B สังเกต A)



จากรูปด้านบน จะได้ $\vec{r}_{AC} = \vec{r}_{AB} + \vec{r}_{BC}$

$$\frac{d\vec{r}_{AC}}{dt} = \frac{d\vec{r}_{AB}}{dt} + \frac{d\vec{r}_{BC}}{dt}$$

$$\vec{v}_{AC} = \vec{v}_{AB} + \vec{v}_{BC}$$

$$\frac{d\vec{v}_{AC}}{dt} = \frac{d\vec{v}_{AB}}{dt} + \frac{d\vec{v}_{BC}}{dt}$$

$$\vec{a}_{AC} = \vec{a}_{AB} + \vec{a}_{BC}$$

$\vec{x}_{AB} = -\vec{x}_{BA}$ เนื่องจากเวกเตอร์มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน

ในกรณีมีผู้สังเกตเพิ่มขึ้นจะมีความสัมพันธ์ได้เป็น $\vec{x}_{AE} = \vec{x}_{AB} + \vec{x}_{BC} + \vec{x}_{CD} + \vec{x}_{DE}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.70

วัตถุ A อยู่ที่ตำแหน่ง $(0, \ell)$, วัตถุ B อยู่ที่ตำแหน่ง $(\ell, 0)$ และวัตถุ C อยู่ที่ตำแหน่ง $(\ell, 2\ell)$ จงหาตำแหน่งของวัตถุ A เทียบกับ C?

Answer : $-\ell\hat{i} - \ell\hat{j}$

Problem 2.71

วัตถุ A เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v เมื่อสังเกตโดยผู้สังเกตซึ่งอยู่นิ่ง และวัตถุ B เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว $2v$ เมื่อสังเกตโดยผู้สังเกตซึ่งอยู่นิ่งเช่นกัน วัตถุ A จะเห็นวัตถุ B มีความเร็วขนาดเท่าใด

- วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน?
- วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่สวนทางกัน?
- วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกันพอดี?

Answer : a) v , b) $3v$ and c) $\sqrt{5}v$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.72

ตำรวจขับรถตามผู้ต้องสงสัยโดยรักษาระยะห่างระหว่างรถของตำรวจกับรถของผู้ต้องสงสัยให้คงที่เสมอ เพื่อไม่ให้ตำรวจอยู่ในสถานการณ์ที่เสี่ยงเกินไป ตำรวจได้ทำการส่งข้อมูลของผู้ต้องสงสัยไปยังศูนย์และทำการดักจับกุมผู้ต้องสงสัย ถ้าณะนั้น ตำรวจสังเกตเห็นหน้าปัดอัตราเร็วรถของตัวเองบอกค่าเป็น 108 km/hr ตำรวจคนดังกล่าวจะต้องแจ้งว่ารถของผู้ต้องสงสัยกำลังมีความเร็วขนาดเท่าใด?

Answer : 108 km/hr



การที่ผู้สังเกตเห็นวัตถุมีระยะห่างเท่าเดิม นั้นแสดงว่าความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างวัตถุกับผู้สังเกตเป็นศูนย์



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.73

วัตถุ A เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว $2v$ วัตถุ B เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็ว v ถ้าวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่อยู่บนวงกลมเดียวกันซึ่งมีรัศมี R และเริ่มต้นเคลื่อนที่จากจุดเดียวกัน จงหาว่าอีกนานเท่าใดวัตถุทั้งสองจะพบกันอีกครั้ง

- ถ้าวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ในทิศเดียวกัน?
- ถ้าวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่สวนทางกัน?

Answer : a) $\frac{2\pi R}{v}$ and b) $\frac{2\pi R}{3v}$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.74

ลิฟต์ตัวหนึ่งมีเพดานสูงจากพื้นลิฟต์ h กำลังเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร่ง a ถ้ามีหลอดไฟหลุดจากเพดานลิฟต์ จงหาว่านานเท่าใดหลอดไฟจึงจะตกกระทบพื้นลิฟต์?

$$\text{Answer : } \sqrt{\frac{2h}{g + a}}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.75

บอลลูกกำลังเคลื่อนที่ขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วคงที่ขนาด 4.90 m/s เมื่อบอลลูกเคลื่อนที่เป็นเวลา 2.00 s ได้มีวัตถุหลุดและตกลงมาจากบอลลูก ขณะที่วัตถุดังกล่าวตกถึงพื้น บอลลูกจะอยู่สูงจากพื้นเท่าใด?

Answer : 19.6 m

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.76

บอลลูกกำลังเคลื่อนที่ขึ้นจากหยุดนิ่งจากพื้นด้วยความเร่งคงที่ขนาด a เมื่อบอลลูกเคลื่อนที่เป็นเวลา T ได้มีวัตถุหลุดและตกลงมาจากบอลลูก วัตถุดังกล่าวจะเคลื่อนที่นานเท่าใดจึงจะตกลงถึงพื้น?

$$\text{Answer : } \frac{aT}{g} + \frac{aT}{g} \sqrt{1 + \frac{g}{a}}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.77

บอลลูกกำลังเคลื่อนที่ขึ้นจากหยุดนิ่งจากพื้นด้วยความเร่งคงที่ขนาด a เมื่อบอลลูกเคลื่อนที่เป็นเวลา T ได้โยนวัตถุขึ้นด้วยความเร็วต้น u วัตถุดังกล่าวจะถึงพื้นด้วยอัตราเร็วขนาดเท่าใด?

$$\text{Answer : } \sqrt{u^2 + 2uaT + (a + g)aT^2}$$

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Problem 2.78

บอลลูกกำลังเคลื่อนที่ขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วคงที่ 4.90 m/s ขณะบอลลูกอยู่สูงจากพื้น 29.40 m ได้มีวัตถุหลุดและตกลงมาจากบอลลูก

- วัตถุดังกล่าวจะเคลื่อนที่นานเท่าใดจึงจะตกถึงพื้น?
- ขณะที่วัตถุถึงพื้น วัตถุมีอัตราเร็วเท่าใด?
- จุดสูงสุดในการเคลื่อนที่ของวัตถุ อยู่สูงจากพื้นเท่าใด?

การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

Answer : a) 3.00 s, b) 24.5 m/s and c) 30.63 m



การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (Motion in One Dimension)

