

การเคลื่อนที่ของวัตถุ

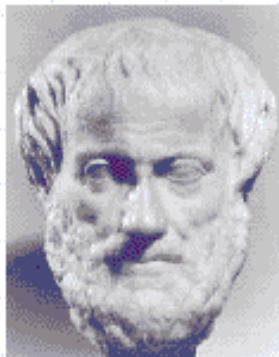
การเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น

ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ



แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แนวคิดของอริสโตเติล



1. วัตถุที่หนักกว่าจะตกสู่พื้นโลกเร็วกว่า โดยจะเร็วกว่า เป็นสัดส่วนตรงกับน้ำหนักของวัตถุ
2. โลกของเราไม่เคลื่อนที่หรือหยุดนิ่ง



แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แนวคิดของคอเปอร์นิคัส

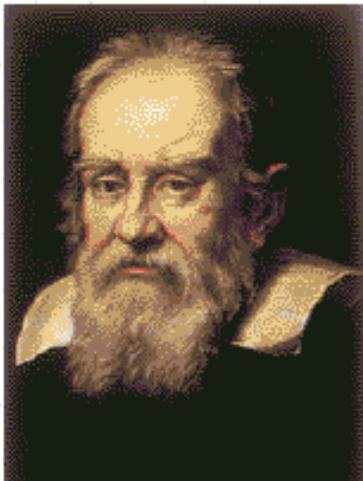


โลกของเราไม่หยุดนิ่ง แต่โคจรไปรอบดวงอาทิตย์



แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แนวคิดของกาลิเลโอ



1. วัตถุที่หนักกว่าอีกก้อนเป็นสองเท่า ไม่ได้ตกลงพื้นเร็วกว่าเป็นสองเท่า
2. ถ้าวัตถุไม่มีแรงใดมาขัดขวางการเคลื่อนที่ มันจะมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ในแนวตรงต่อไปตลอดกาล และคุณสมบัตินี้ของวัตถุ เรียกว่า ความเฉื่อย

ดังนั้น โลกเราจึงเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ด้วยความเฉื่อย



แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ



1. การทดลองที่หอเอนเมืองปิซา ทำให้เราเห็นว่า ถ้าแรงต้านทานจากอากาศมีผลกระทบน้อยๆ ไม่ว่าวัตถุจะมีน้ำหนักเท่าไร เมื่อปล่อยให้ตกอย่างอิสระพร้อมๆ กัน จะตกถึงพื้นพร้อมกัน



ระยะทางและการกระจัด

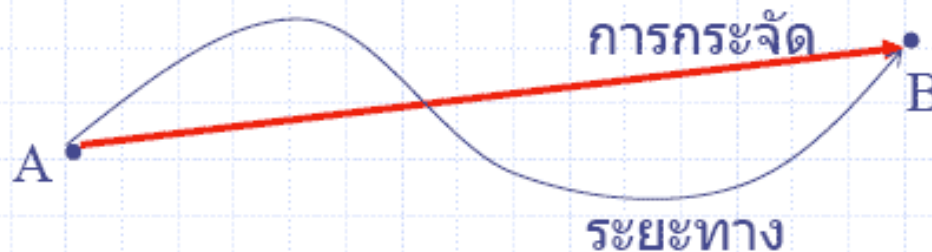
สมมติวัตถุเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B

ระยะทาง เป็นปริมาณสเกลาร์

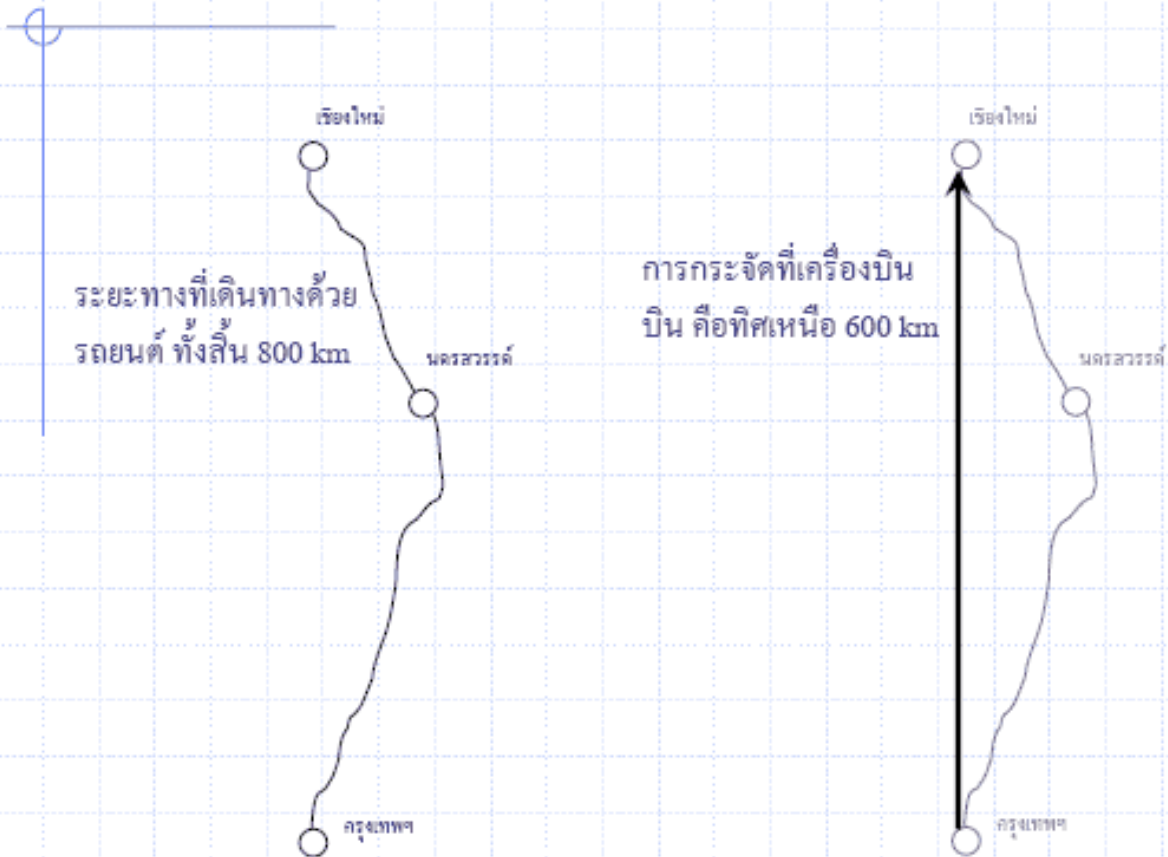
ที่บอกถึงระยะทั้งหมดที่วัตถุเคลื่อนที่ (เมตร, m)

การกระจัด เป็นปริมาณเวกเตอร์

ที่แสดงถึงการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ (เมตร, m)



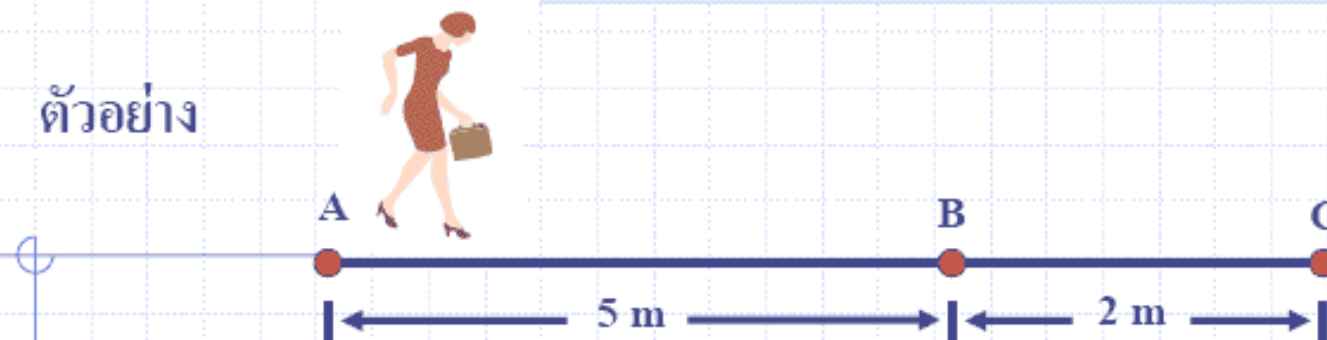
ระยะทางและการกระจัด



ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ



ตัวอย่าง



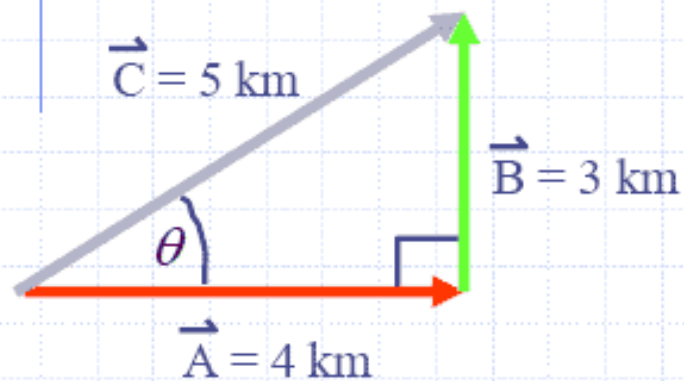
เดินจาก A ไป B ระยะทาง	5	เมตร	
การกระจัด	5	เมตร	ไปทางขวา
เดินจาก A ไป C ระยะทาง	7	เมตร	
การกระจัด	7	เมตร	ไปทางขวา
เดินจาก A ไป C กลับมา B ระยะทาง	9	เมตร	
การกระจัด	5	เมตร	ไปทางขวา

$$\text{ระยะทาง} \geq \text{การกระจัด}$$



การกระจัด

เดินทางไปทางทิศตะวันออก เป็นระยะทาง 4 กม. แล้วเดินต่อไปทางทิศเหนือ 3 กม. หา ระยะทางและการกระจัดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด



$$\text{ระยะทาง} = 4 + 3 = 7 \text{ กิโลเมตร}$$

$$\text{การกระจัด} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ กิโลเมตร}$$

$$\theta = \tan^{-1}(3 / 4) = 37 \text{ องศา}$$

การกระจัดมีค่า 5 กิโลเมตร ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 37 องศา



อัตราเร็วเฉลี่ย (average speed) , ความเร็วเฉลี่ย (average velocity)

อัตราเร็วเฉลี่ย คืออัตราการเปลี่ยนระยะทาง

อัตราเร็วเฉลี่ย = $\frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$ มีหน่วยเป็น เมตร / วินาที

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad \text{เป็นปริมาณสเกลาร์}$$

ความเร็วเฉลี่ย คืออัตราการเปลี่ยนการกระจัด

ความเร็วเฉลี่ย = $\frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}}$ มีหน่วยเป็น เมตร / วินาที

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{เป็นปริมาณเวกเตอร์}$$



อัตราเร็วเฉลี่ย

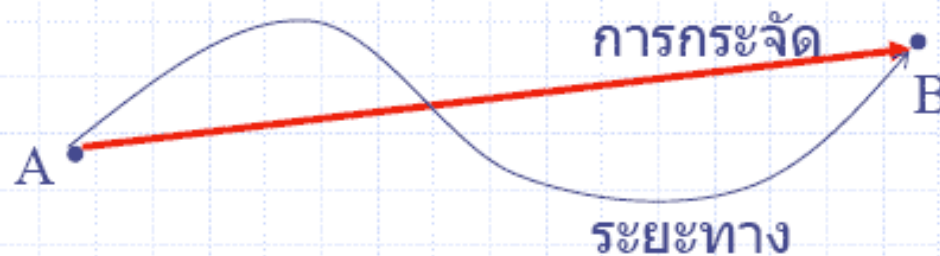
สมมติ

เดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ได้ระยะทาง 800 กม. ใช้เวลา 10 ชม.

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = 800 / 10 = 80 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง}$$

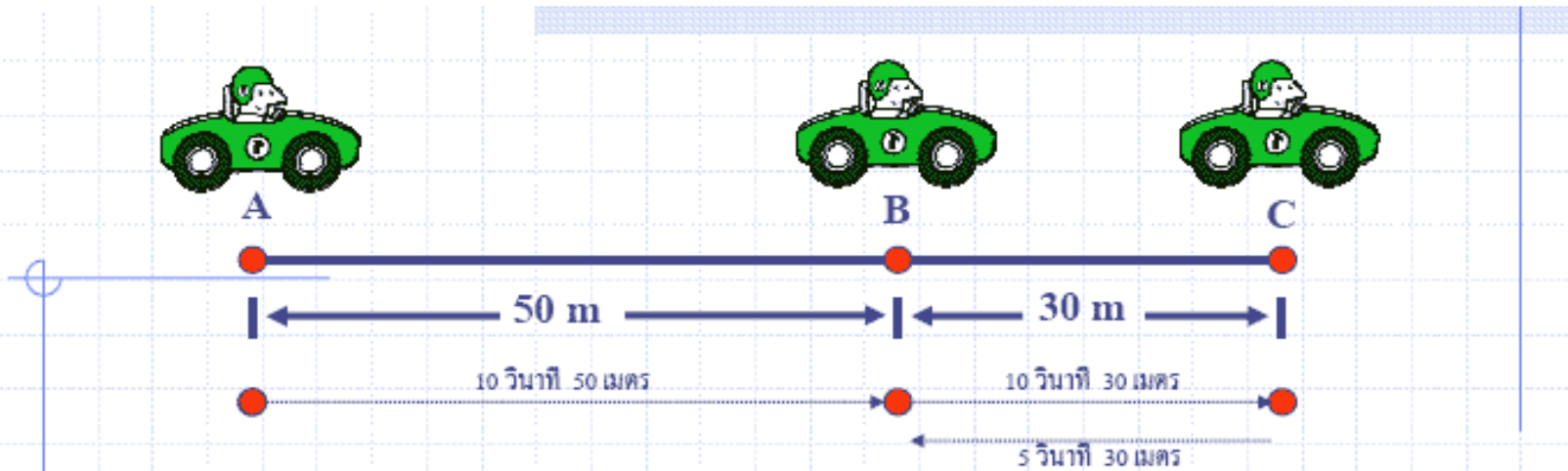
ถ้าจากกรุงเทพฯ ถึงเชียงใหม่ มีการกระจัด 700 กิโลเมตร

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = 700 / 10 = 70 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง}$$



ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ





เดินทางจาก A ไป B จาก B ไป C และจาก C กลับมา B

โดยช่วงเวลา A ถึง B = 10 วินาที

B ถึง C = 10 วินาที

C ถึง B = 5 วินาที

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ยทั้งหมด} = \frac{110}{25} = 4.4 \text{ m/s}$$

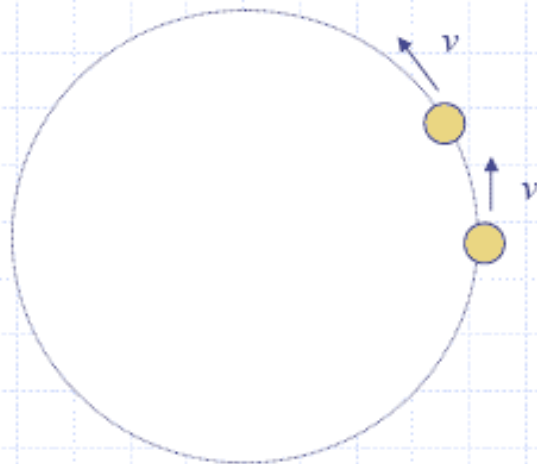
$$\text{ความเร็วเฉลี่ยทั้งหมด} = \frac{50}{25} = 2.0 \text{ m/s} \text{ ไปทางขวา}$$

ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาร



ความเร็วคงที่ (Constant velocity)

การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ หมายถึงการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่และ
ไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง การที่รถวิ่งเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่จะไม่มี
ความเร็วคงที่ เนื่องจากความเร็วเปลี่ยนเมื่อทิศการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป

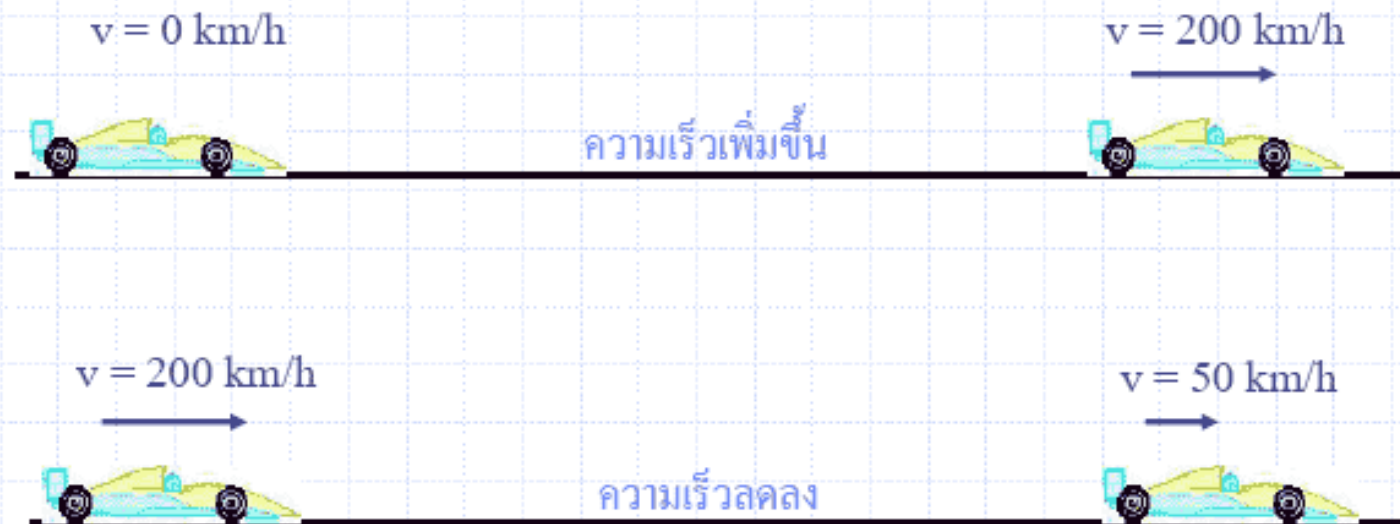


ถ้าความเร็วเท่ากันตลอดการ
เคลื่อนที่ คือ การเคลื่อนที่ด้วย
ความเร็วคงที่



ความเร่ง (Acceleration)

เมื่อวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วเทียบกับเวลา กล่าวได้ว่า
วัตถุมีความเร่ง



ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ



ความเร่ง

เราอาจเปลี่ยนความเร็วของบางสิ่งได้จาก การเปลี่ยนอัตราเร็ว การเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่ หรือการเปลี่ยนทั้งอัตราเร็วและทิศทางเคลื่อนที่ เรานิยามอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วว่า *ความเร่ง* , a

$$\text{ความเร่ง} = \frac{\text{การเปลี่ยนความเร็ว}}{\text{ช่วงเวลา}}$$

หรือ

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

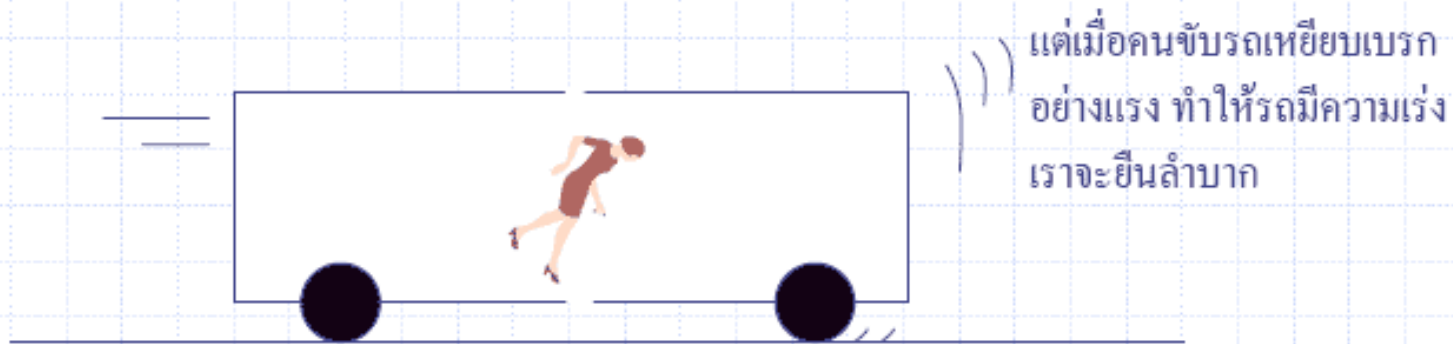
เมื่อ เครื่องหมาย Δ หมายถึงการเปลี่ยนแปลง (อ่านว่า เดลตา)



ความเร่งและความเร็ว



เราสามารถยืนนิ่งๆ ได้
ง่ายบนรถเมล์ที่แล่นเร็ว
ไปบนทางค่วนด้วย
ความเร็วคงที่



แต่เมื่อคนขับรถเหยียบเบรก
อย่างแรง ทำให้รถมีความเร่ง
เราจะยืนลำบาก

ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ



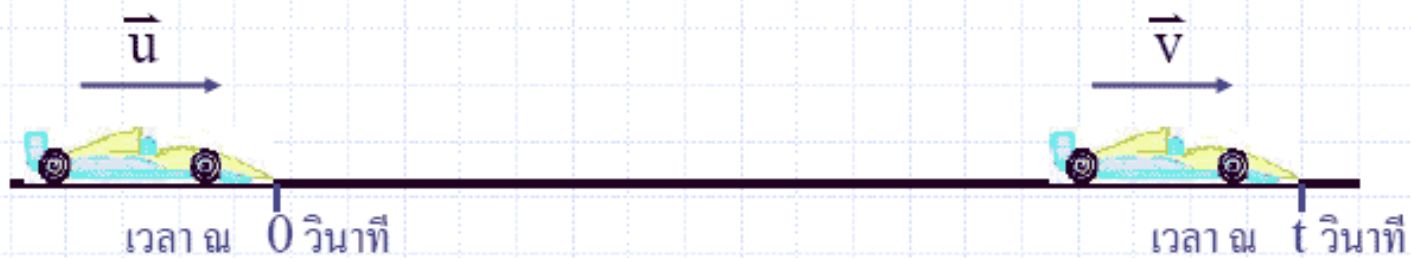
ความเร่ง

- ◆ การขับรถจากหยุดนิ่งให้มีความเร็ว รถจะมีความเร่ง นั่นคือมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วเทียบกับเวลา สมมุติว่าเราเร่งเครื่องรถอย่างสม่ำเสมอในทุกๆ 1 วินาที จากความเร็ว 30 km/h ไปมีความเร็ว 35 km/h และ 40 km/h ในวินาทีถัดมา จะเห็นว่าความเร็วเปลี่ยนแปลง 5 km/h ในทุกๆวินาที เรากล่าวได้ว่ารถมีความเร่ง 5 km/h.s หรือ ประมาณ 1.4 m/s.s หรือ 1.4 m/s^2



ความเร่งเฉลี่ย

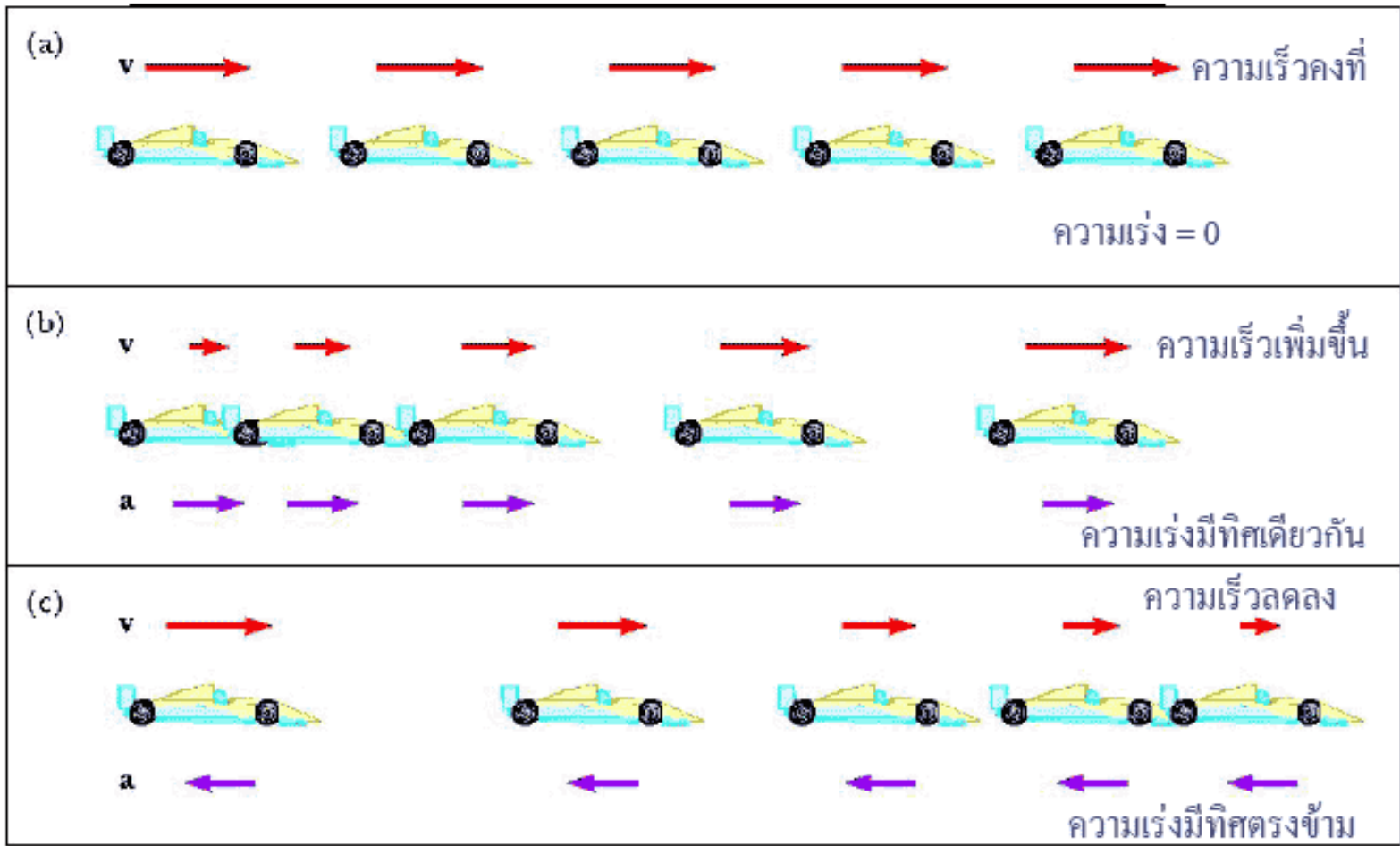
ความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลาหนึ่งคืออัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงเวลานั้น



$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - u}{t} \quad \text{หน่วยของความเร่งคือ } m/s^2$$

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จะม้ค่าความเร่งเท่ากับศูนย์





การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ หมายถึงความเร่ง a ระยะเวลาใดๆ มีค่าเท่ากับความเร่งเฉลี่ย



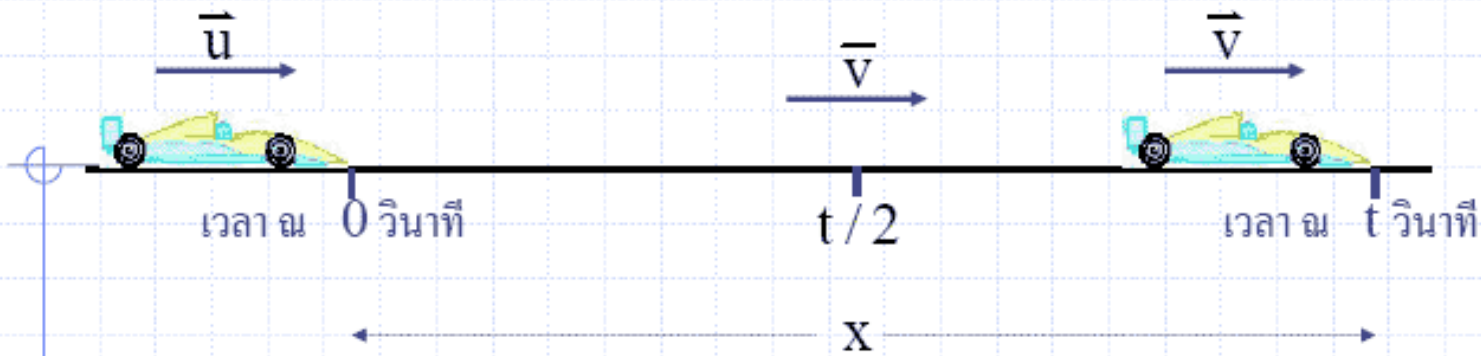
$$a = \bar{a} = \frac{v - u}{t}$$

เมื่อย้ายข้างสมการ จะได้สมการความเร็วว่า

$$v = u + at$$

ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ





เนื่องจากการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป t การกระจัด x สามารถหาได้จากค่าความเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ คือ

$$x = \bar{v}t \quad \text{โดยที่} \quad \bar{v} = \frac{u + v}{2}$$

$$= \frac{u + v}{2} t \quad \text{แทนค่า} \quad v = u + at$$

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



สมการการเคลื่อนที่ด้วย ความเร่งคงที่ ในแนวตรง

$$s = vt$$

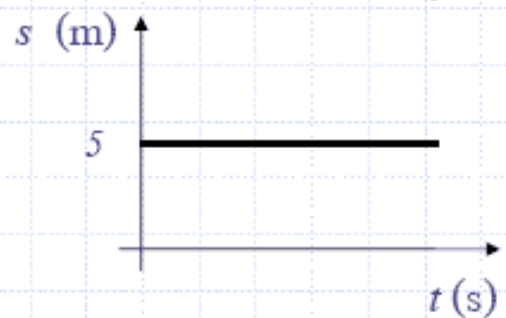
$$v = u + at$$

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

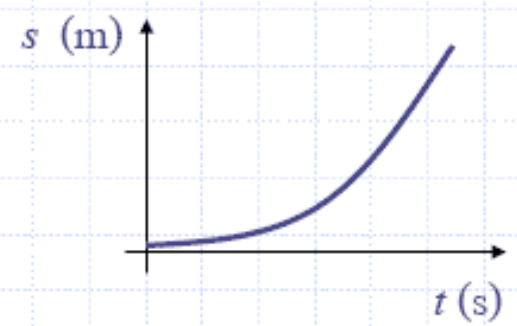


สมการการเคลื่อนที่ด้วย ความเร่งคงที่ ในแนวตรง

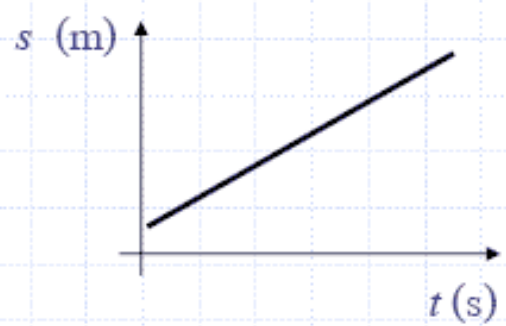
1. วัตถุหยุดนิ่ง (ความเร็วเป็นศูนย์)



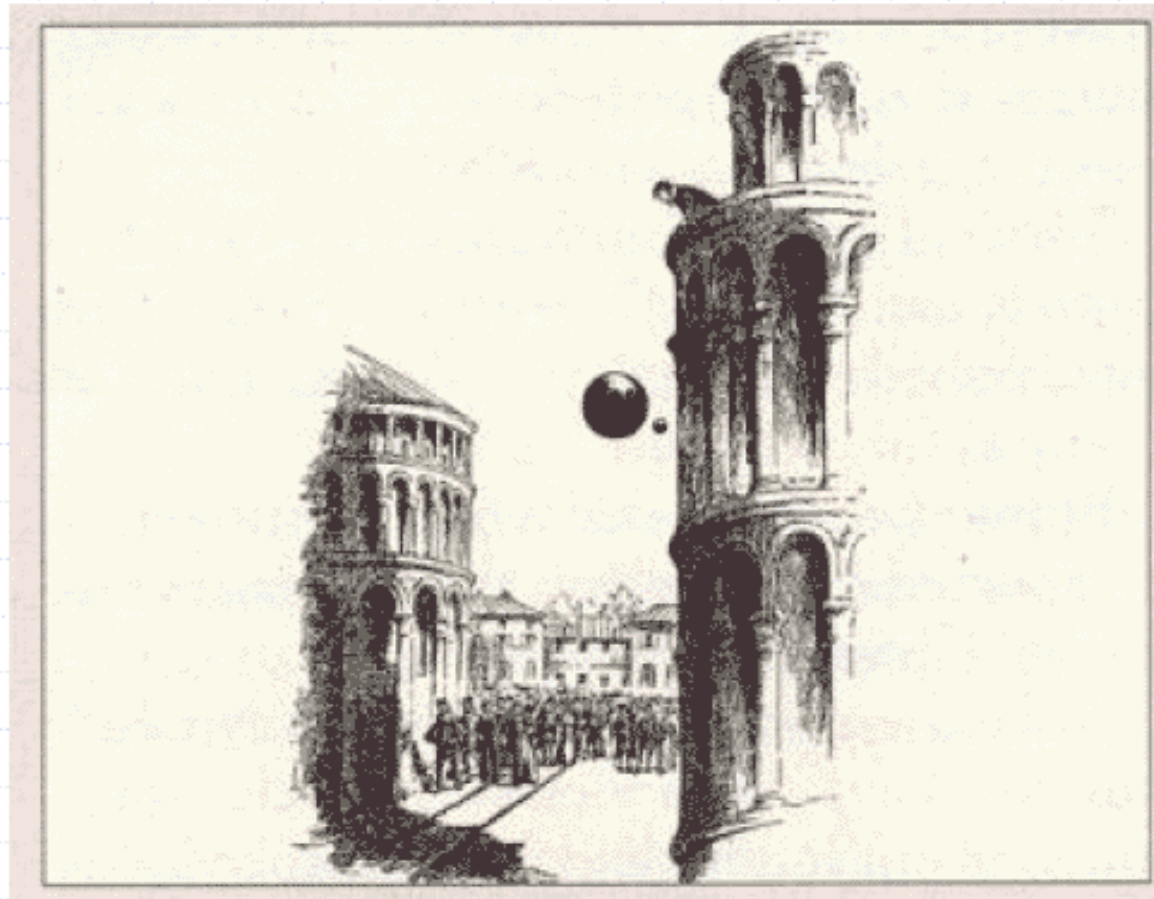
3. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่



2. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่



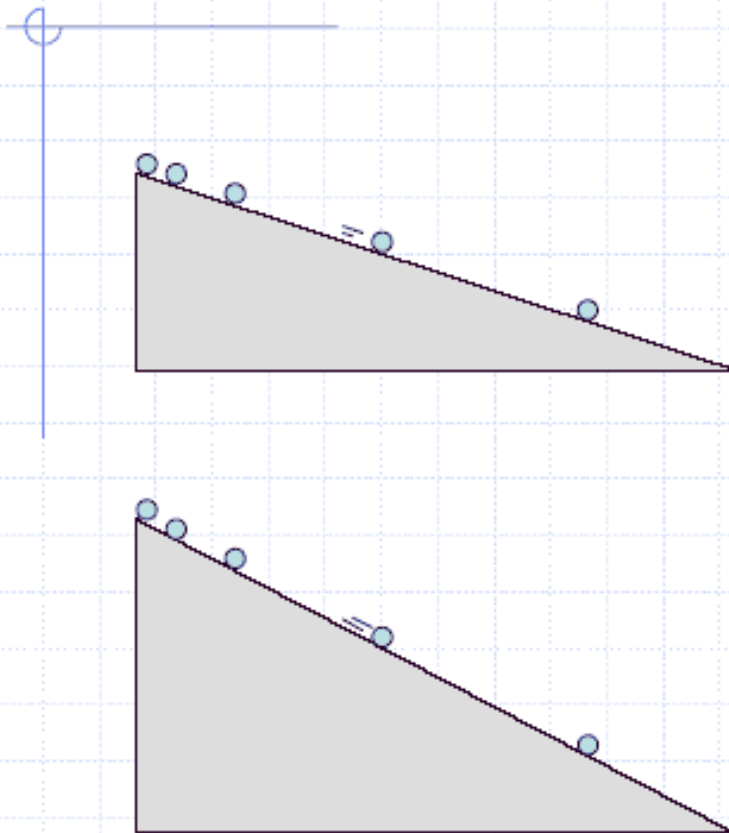
วัตถุตกอย่างอิสระ (Free Falling Objects)



ดร. สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ



ความเร่งที่เกิดบนพื้นเอียง



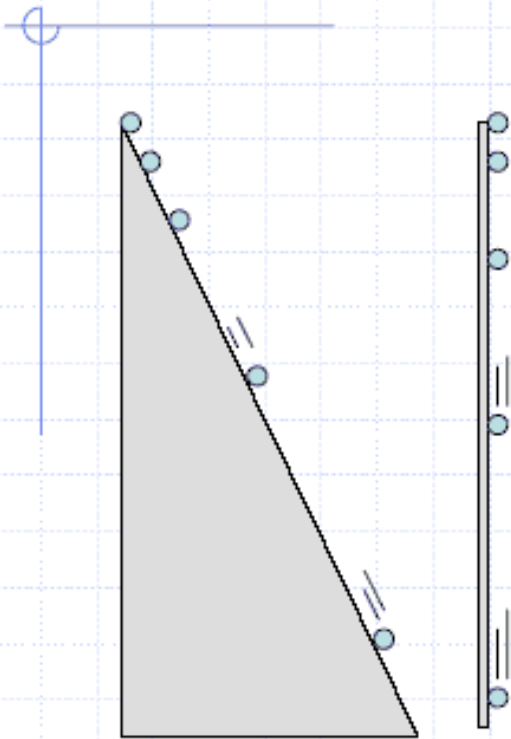
กาลิเลโอพบว่าลูกบอลกลิ้งลงมาจกพื้นเอียงจะมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นในทุกวินาที นั่นคือลูกบอลเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

ลูกบอลที่ทำการทดลองกลิ้งลงมาจกพื้นเอียงที่ทำมุมค่าหนึ่ง อาจพบว่ามีอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น 2 เมตรต่อวินาทีในทุกๆวินาที หรือมีความเร่งคงที่เท่ากับ 2

กาลิเลโอพบว่าถ้าปรับให้พื้นเอียงชันขึ้นจะเกิดความเร่งสูงขึ้น



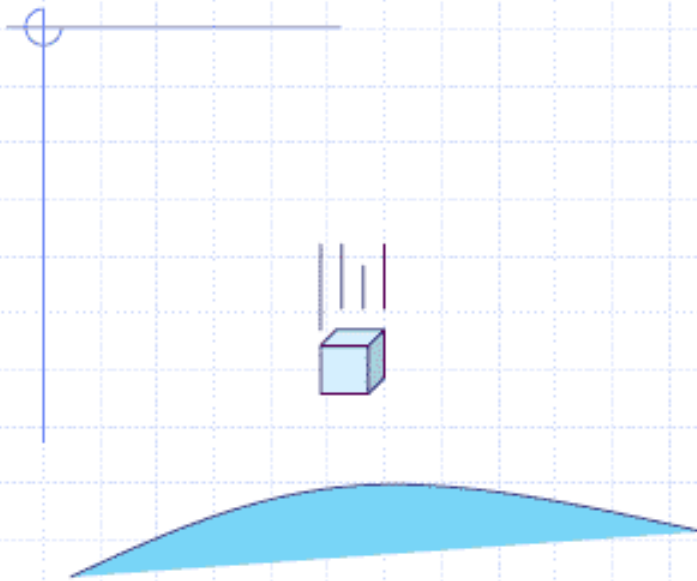
ความเร่งสูงสุดบนพื้นเอียง



ลูกบอลจะมีความเร่งสูงสุดเมื่อพื้นเอียงถูกปรับจนเป็นแนวตั้ง และ ความเร่งนี้จะมีค่าเท่ากับวัตถุที่ตกสู่พื้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและน้ำหนัก กาลิเลโอพบว่าเมื่อแรงต้านอากาศมีผลน้อยมากจนตัดทิ้งได้ วัตถุทุกชนิดตกสู่พื้นโลกด้วยความเร่งคงที่ที่เท่ากัน



การตกอย่างอิสระ



สิ่งต่างๆ ตกสู่พื้นโลกด้วยแรงจากแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อวัตถุที่กำลังตกสู่พื้นโดยปราศจากการต้านทานจากสิ่งต่างๆ กล่าวคือ ไม่มีความเสียดทานจากอากาศหรือสิ่งอื่นใด และตกลงด้วยอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงเพียงอย่างเดียว เราเรียกว่า วัตถุดังกล่าวอยู่ในสภาวะการตกอย่างอิสระ



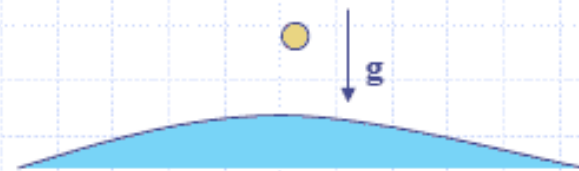
ความเร่งเนื่องจากการตกอย่างอิสระ

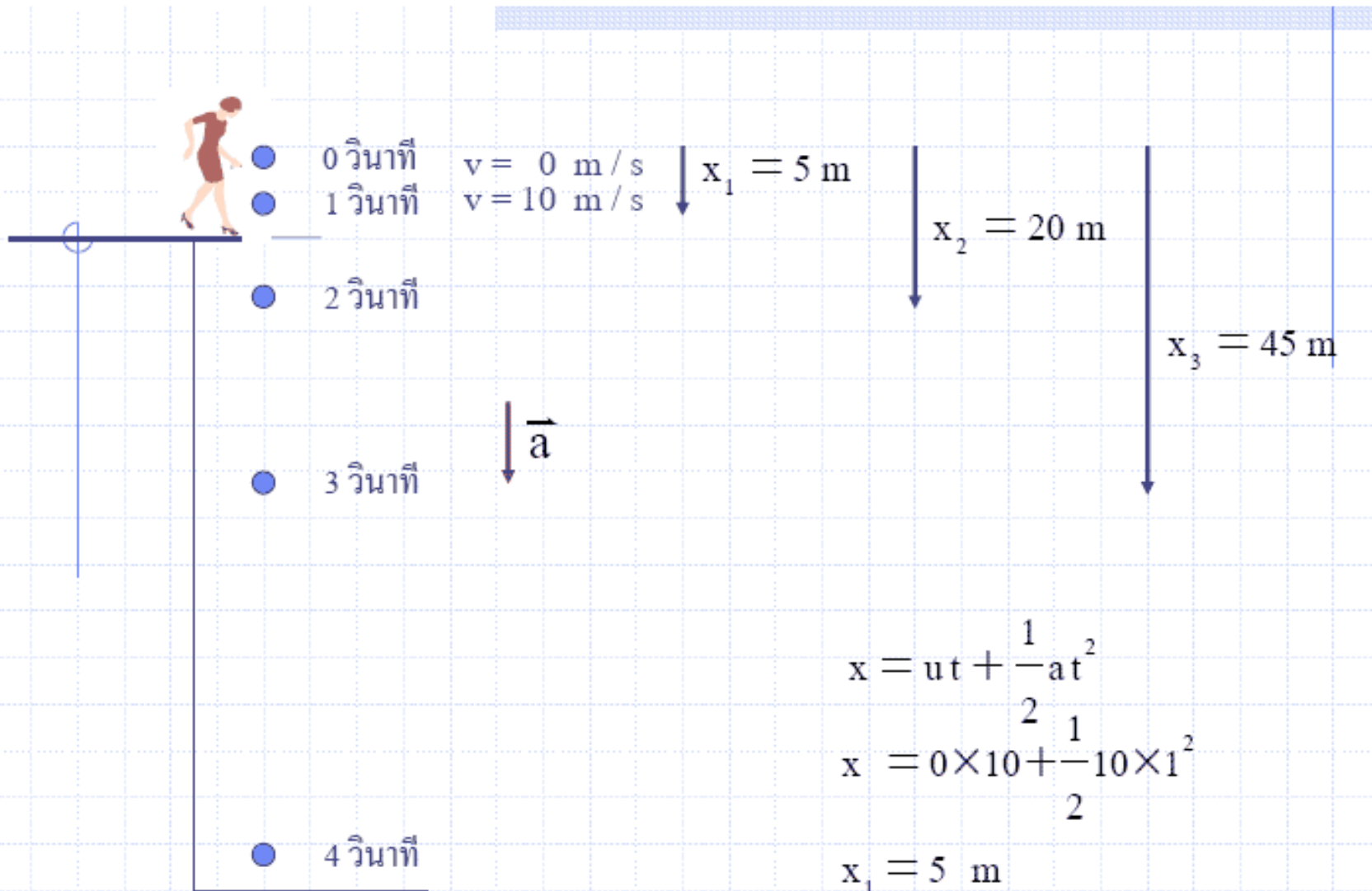
กาลิเลโอพบจากการทดลองว่า เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกใกล้ผิวโลก วัตถุจะตกอย่างอิสระเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก ด้วยความเร่งคงที่ g เมื่อแรงต้านอากาศมีผลต่อการตกของวัตถุน้อยมาก

โดยที่ g มีค่าประมาณ 9.8 m/s^2

นั่นหมายถึงว่า วัตถุที่ตกอย่างอิสระจะมีความเร็วในการตก เพิ่มขึ้นประมาณ 10 m/s ในทุกๆวินาที

และเวกเตอร์ g มีทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางโลก





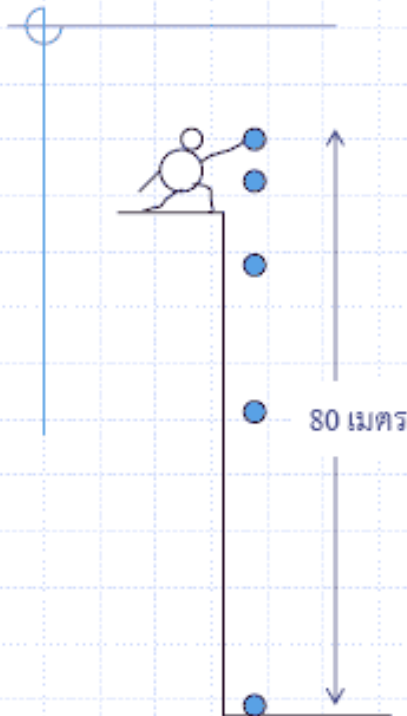
$$x = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$x = 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2$$

$$x_1 = 5 \text{ m}$$



ตัวอย่าง



ปล่อยก้อนหินให้ตกอย่างอิสระจากตึกที่ความสูง
80 เมตร อยากทราบเวลาที่ก้อนหินตกลงถึงพื้น
หลังจากปล่อยมือ (กำหนดค่า $g = 10 \text{ m/s}^2$)

การปล่อยก้อนหินให้ตกอย่างอิสระจะหมายถึงว่าความเร็ว
เริ่มต้น $v=0$ หรือ สมการการเคลื่อนที่นี้จึงเขียนได้ว่า

$$s = 0 + \frac{1}{2}gt^2$$

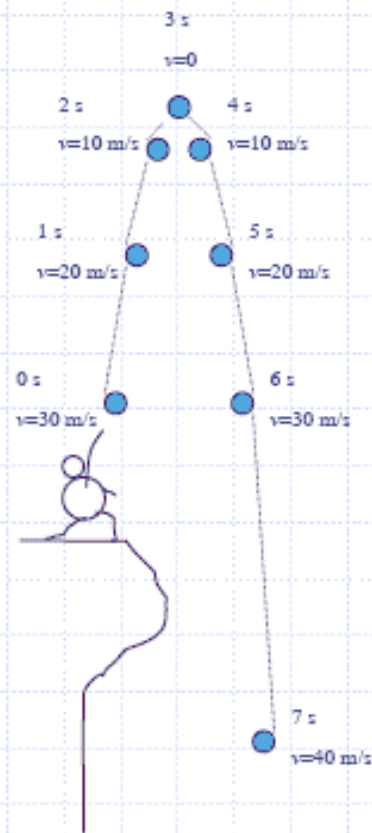
$$t^2 = \frac{2s}{g}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 80}{10}$$

$$t = 4\text{s}$$



โยนวัตถุขึ้นจากพื้น



โยนวัตถุขึ้นจากพื้นในแนวตั้ง ด้วยความเร็ว 30 m/s

ทันทีที่วัตถุหลุดจากมือ จะยังคงเคลื่อนที่ขึ้นไปสักพักและตกกลับลงมา ที่จุดสูงสุดที่วัตถุเปลี่ยนแปลงทิศทางจากเคลื่อนที่ขึ้นเป็นตกลงมา อัตราเร็ว ณ ขณะนั้นจะเป็นศูนย์ แล้วมันจะเริ่มตกกลับลงมาราวกลับว่า ถูกปล่อยให้ตกอย่างอิสระ ณ ตำแหน่งสูงสุดนั้น

ในช่วงที่เคลื่อนที่ขึ้น ความเร็วจะค่อยๆลดลงจากจุดที่เราโยนจนเป็นศูนย์ หรือมีความเร็วนั้นเอง และมีความเร่งเป็นลบ เนื่องจากมีทิศตรงข้ามกับความเร็ว นั่นคือความเร็วลดลง 10 m/s ในทุกๆวินาที หรือมีค่าความเร่งเป็น -10 m/s^2 ซึ่งเป็นความเร่งอันเดียวกับตอนที่มันเคลื่อนที่ตกลงมา สิ่งที่น่าสนใจคืออัตราเร็ว ณ ขณะใดๆ ที่ตำแหน่งความสูงเดียวกันมีค่าเท่ากัน



ตัวอย่าง

โยนลูกเทนนิสขึ้นในแนวตรงด้วยความเร็ว 20 m/s อยากรทราบ

ก. ตำแหน่งสูงสุดของลูกเทนนิสก่อนตกกลับลงมา

ข. เวลาทั้งหมดตั้งแต่ลูกเทนนิสหลุดจากมือจนตกกลับไปที่เดิม



ตัวอย่าง

ยื่นบนหน้าผา ปล่องก้อนหินตกลงในแนวตั้ง ได้ยินเสียงก้อนหินกระทบพื้นด้านล่างในอีก 5 วินาทีต่อมา (สมมติเสียงเดินทางในอากาศเร็วมากๆ และแรงต้านอากาศมีผลต่อการเคลื่อนที่น้อยมาก) อยากทราบความสูงของหน้าผาแห่งนี้

