ETT1001ฟิสิกส์สำหรับนักเทคโนโลยีไฟฟ้า

(Physics for Electrical Technologists)

อาจารย์ ณัฐิดา จันหอม

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Mobile : 081-3916963

E-mail : nuttida_0211@hotmail.com

บทที่ 1

ฟิสิกส์และการวัด

วิชาฟิสิกส์ (Physics)

- เป็นการศึกษาเชิงปริมาณเพื่อความเข้าใจปรากฏการธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั่วไปในจักรวาล
- ขึ้นกับผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
- พัฒนาทฤษฎีที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษาอยู่และสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีอื่น

ทฤษฎีและการทดลอง

- ควรเป็นการเติมเต็มซึ่งกันและกัน
- ทฤษฎีอาจถูกปรับเปลี่ยนได้เมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้น

  - ทฤษฎีจะใช้ได้โดยมีการจำกัดเงื่อนไข
    - ตัวอย่าง : กลศาสตร์ของนิวตันจะใช้ได้เมื่อมีการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเมื่อเทียบกับอัตราเร็วแสง
  - ถูกใช้เพื่อสร้างทฤษฎีที่มีทั่วไปมากขึ้น

มาตรฐานของปริมาณ

- **SI – Systeme International**

  - เป็นระบบหลักที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

  - ประกอบด้วยการนิยามปริมาณมาตรฐานและปริมาณ

ฟิสิกส์พื้นฐาน

ความยาว (Length)

- หน่วย SI – เมตร (meter), m
- ในอดีต มีการนิยามมาตรฐานความยาวที่หลากหลาย
- ความยาวในหน่วยเมตรถูกกำหนดด้วยระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ในอวกาศในช่วงเวลาหนึ่ง
- สำหรับตัวอย่างของความยาวให้ดูในตาราง 1.1

ความยาว : หน่วย เมตร (meter : m)

1 เมตร = ระยะทางที่แสงเดินทางในสุญญากาศในเวลา

1/ 299,79

TABLE 1.1 Approximate Values of Some Measured Lengths

	Length (m)
Distance from the Earth to the most remote quasar known	1.4×10^{26}
Distance from the Earth to the most remote normal galaxies known	4×10^{25}
Distance from the Earth to the nearest large galaxy (M 31, the Andromeda galaxy)	2×10^{22}
Distance from the Sun to the nearest star (Proxima Centauri)	4×10^{16}
One lightyear	9.46×10^{15}
Mean orbit radius of the Earth	1.5×10^{11}
Mean distance from the Earth to the Moon	3.8×10^{8}
Distance from the equator to the North Pole	1×10^{7}
Mean radius of the Earth	6.4×10^{6}
Typical altitude of an orbiting Earth satellite	2×10^{5}
Length of a football field	9.1×10^{1}
Length of this textbook	2.8×10^{-1}
Length of a housefly	5×10^{-3}
Size of smallest visible dust particles	1×10^{-4}
Size of cells of most living organisms	1×10^{-5}
Diameter of a hydrogen atom	1×10^{-10}
Diameter of a uranium nucleus	1.4×10^{-14}
Diameter of a proton	1×10^{-15}

ตารางที่ 1.1

ค่าระยะทางหรือความยาวที่วัดได้	ความยาว(เมตร)
ระยะทางจากโลกถึง “กวอซาร์” ที่อยู่ไกล	1.4×10^{26}
ระยะทางจากโลกถึงกาแลกซี “อังโดรเมดา”	2×10^{22}
ระยะทาง 1 ปีแสง	9.5×10^{15}
รัศมีวงโคจรโลกรอบดวงอาทิตย์	1.5×10^{11}
รัศมีของโลก	6.4×10^{6}
ความสูงของ “ไทพัต” เหนือพื้นโลก	8.5×10^{5}
ความยาวสนามฟุตบอล	9.1×10^{1}
รัศมีของอะตอมไฮโดรเจน	5×10^{-11}
รัศมีของโปรตอน	1×10^{-15}

มวล (Mass)

- หน่วย SI – กิโลกรัม (kilogram), kg
- นิยามมวล 1 กิโลกรัมจากก้อนโลหะทรงกระบอกอันหนึ่งและถูกเก็บรักษาไว้ที่สำนักงานชั่งตวงวัดนานาชาติ
- ดูตัวอย่างมวลของวัตถุต่างได้จากตาราง 1.2

มวล: หน่วย กิโลกรัม (kilogram : kg)

1 กิโลกรัม = มวลมาตรฐานที่ทำด้วยโลหะผสม พลาติ

นัม-ปรั่งเศส

TABLE 1.2

Masses of Various Objects (Approximate Values)

	Mass (kg)
Visible Universe	10^{52}
Milky Way galaxy	10^{42}
Sun	2×10^{30}
Earth	6×10^{24}
Moon	7×10^{22}
Shark	3×10^{2}
Human	7×10^{1}
Frog	1×10^{-1}
Mosquito	1×10^{-5}
Bacterium	1×10^{-15}
Hydrogen atom	1.67×10^{-27}
Electron	9.11×10^{-31}

ตัวอย่างมวลต่าง ๆ โดยประมาณ

	มวล(kg)
เอกภพ	10^{52}
ทางช้างเผือก	10^{42}
ดวงอาทิตย์	2×10^{30}
กบ	1×10^{-1}
แบกทีเรีย	1×10^{-15}
อิเลกตรอน	1×10^{-31}

เวลา (Time)

- หน่วย วินาที (seconds), s
- ในอดีต การนิยามเวลาใช้วันในสุริยะคติ และยังมีนิยามอื่นอีก
- ปัจจุบัน เวลานิยามจากการสั่นของการแผ่รังสีจากอะตอมซีเซียม
- ดูตัวอย่างช่วงเวลาจากตาราง 1.3

เวลา: หน่วย วินาที (seconds), s

1 วินาที = 9,192,631,770 เท่าคาบของไมโครเวฟที่แผ่ออกมาจาก การเปลี่ยนระดับพลังงานของซีเซียม - 133

TABLE 1.3 Approximate Values of Some Time Intervals

	Time Interval (s)
Age of the Universe	5×10^{17}
Age of the Earth	1.3×10^{17}
Time interval since the fall of the Roman empire	5×10^{12}
Average age of a college student	6.3×10^{8}
One year	3.2×10^{7}
One day (time interval for one revolution of the Earth about its axis)	8.6×10^{4}
One class period	3.0×10^{3}
Time interval between normal heartbeats	8×10^{-1}
Period of audible sound waves	1×10^{-3}
Period of typical radio waves	1×10^{-6}
Period of vibration of an atom in a solid	1×10^{-13}
Period of visible light waves	2×10^{-15}
Duration of a nuclear collision	1×10^{-22}
Time interval for light to cross a proton	3.3×10^{-24}

การบันทึกตัวเลข

- เมื่อเขียนจำนวนที่ต้องประกอบด้วยตัวเลขหลายตัว ตั้งแต่สามตัวขึ้นไป จะจัดหมู่ตัวเลขทีละสามตัว และเว้นวรรค

  - ไม่ต้องใส่จุลภาค (comma)

- ตัวอย่าง

  - 25100

  - 5.123 456 789 12

ผลลัพธ์ที่มีเหตุผล

- เมื่อแก้โจทย์ปัญหา จะต้องพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ มีเหตุผลหรือไม่
- ให้ย้อนกลับไปดูตาราง ความยาว มวล และเวลา เพื่อช่วยพิจารณาว่า คำตอบที่ได้นั้น มีค่าน่าเชื่อถือหรือไม่

สรุปการวัดในระบบ SI

- ระบบ SI

  - จะถูกใช้ในบทเรียนและตำราเป็นส่วนใหญ่
    - วงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมเกือบทั้งหมด
  - ความยาว (Length) หน่วยเป็น meter (m)
  - เวลา (Time) หน่วยเป็นวินาที seconds (s)
  - มวล (Mass) หน่วยเป็นกิโลกรัม kilogram (kg)

อุปสรรค (Profi

- คือตัวเลข 10 ยกกำลัง
- อุปสรรคแต่ละตัวจะมีชื่อเฉพาะ
- อุปสรรคแต่ละตัวจะมีอักษรย่อเฉพ

TABLE 1.4

Some Prefixes for Powers of Ten

Power	Prefix	Abbreviation
10^{-24}	yocto	y
10^{-21}	zepto	z
10^{-18}	atto	a
10^{-15}	femto	f
10^{-12}	pico	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	milli	m
10^{-2}	centi	c
10^{-1}	deci	d
10^{3}	kilo	k
10^{6}	mega	M
10^{9}	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	exa	E
10^{21}	zetta	Z
10^{24}	yotta	Y

อุปสรรค (ต่อ)

ตัวอย่าง

1 นาโนเมตร(nm) = 10^{-9} เมตร (m)

1 มิลลิเมตร (mm) = 10^{-3} เมตร (m)

1 กิโลเมตร (km) = 10^{3} เมตร (m)

1 กิโลกรัม (kg) = 10^{3} กรัม (g)

1 เมกกะโวลต์ (MV) = 10^{6} โวลต์ (V)

1 ไมโครวินาที(μs) = 10^{-6} วินาที (s)

TABLE 1.4

Some Prefixes for Powers of Ten

Power	Prefix	Abbreviation
10^{-24}	yocto	y
10^{-21}	zepto	z
10^{-18}	atto	a
10^{-15}	femto	f
10^{-12}	pico	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	milli	m
10^{-2}	centi	c
10^{-1}	deci	d
10^{3}	kilo	k
10^{6}	mega	M
10^{9}	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	exa	E
10^{21}	zetta	Z
10^{24}	yotta	Y

ปริมาณฐานและปริมาณอนุพันธ์

- ปริมาณฐานมีเจ็ดตัวคือ

  ความยาว(Length) มวล(Mass) เวลา(Time)

  ปริมาณสาร(amount of substance)

  อุณหภูมิ(Temperature)

  กระแสไฟฟ้า(electric current) และ

  ความเข้มแห่งการส่องสว่าง(Lumineous Intensity)

  นอกจากนี้ก็เป็นปริมาณอนุพัทธ์

  - ปริมาณอื่น สามารถแสดงได้ด้วยการรวมกันทาง คณิตศาสตร์ของปริมาณฐาน

ความหนาแน่น (Density)

- ความหนาแน่น (ρ) เป็นตัวอย่างของปริมาณอนุพัทธ์
- ถูกกำหนดโดยอัตราส่วนระหว่างมวลและปริมาตร

$$\rho = m/v$$

- มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร kg/m^3

มิติของปริมาณฐาน

มิติที่มีความหมายเฉพาะตัว – มิติ คือลักษณะของ

ปริมาณทางฟิสิกส์ในธรรมชาติ

Name of quantity	Symbol of quantity	Symbol of dimension	SI base unit
Length	*l*	**L**	meter
Time	*t*	**T**	second
Mass	*m*	**M**	kilogram
Electrical current	*I*	**I**	ampere
Temperature	*T*	**θ**	kelvin
Amount of substance	*n*	**N**	mole
Luminous intensity	I_v	**J**	candela

การวิเคราะห์มิติ (Dimensional Analysis)

- วิธีการที่จะตรวจสอบความถูกต้องของสมการ หรือเพื่อที่จะช่วยในการแก้ปัญหา
- มิติ (ความยาว มวล เวลา การประกอบเข้าด้วยกัน) สามารถกระทำได้ด้วยกระบวนการทางพีชคณิต
  - บวก ลบ คูณ หาร
- ทั้งสองข้างของสมการ จะต้องมีมิติเป็นอย่างเดียวกันเสมอ

การวิเคราะห์มิติ (ต่อ)

- ข้อจำกัดของมิติ : จะไม่มีตัวเลขเป็นตัวประกอบ
- ตัวอย่างมิติของปริมาณบางตัวแสดงในตารางข้างล่าง

TABLE 1.5 Units of Area, Volume, Velocity, and Acceleration

System	Area (L^2)	Volume (L^3)	Velocity (L/T)	Acceleration (L/T^2)
SI	m^2	m^3	m/s	m/s^2
U.S. customary	ft^2	ft^3	ft/s	ft/s^2

ตัวอย่าง การวิเคราะห์มิติ

- จากสมการที่กำหนดให้ : $\mathbf{x} = \frac{1}{2}at^2$
- ตรวจมิติของแต่ละข้างของสมการ : $\mathbf{L} = \frac{L}{T^2} . T^2 = L$
- T^2 ของทั้งสองจะตัดกันเหลือ L แสดงมิติของแต่ละข้าง

  - สมการนี้ มีมิติที่ถูกต้อง

  - ตัวเลข ½ ไม่มีมิติ

การแปลงหน่วย

- ถ้าไม่เท่ากันจะต้องเปลี่ยนเป็นหน่วยที่เหมาะสม
- เราสามารถพีชคณิตกระทำกับหน่วยได้เหมือนกับปริมาณ
- ดูการเปลี่ยนแปลงหน่วยต่างๆ ได้จากภาคผนวก A

การแปลงหน่วย

- เมื่อเขียนปริมาณใด ให้เขียนหน่วยลงไปด้วยเสมอ และสามารถพาหน่วยไปด้วยตลอดการคำนวณ
- คูณค่าตั้งต้นด้วยอัตราส่วนที่เท่ากับ 1
  - อัตราส่วนนี้เรียกว่า “ตัวประกอบการแปลงหน่วย”
- ตัวอย่าง 15 in = ? cm

$$15.0\ \text{in} = 15.0\ \text{in}\left(\frac{2.54\ \text{cm}}{1.00\ \text{in}}\right) = 38.1\ \text{cm}$$

ระดับขนาด Order of Magnitude

- การประมาณตัวเลขตามข้อสันนิษฐาน
  - อาจต้องปรับปรุงข้อสันนิษฐานเพื่อให้คำตอบมีความแม่นยำมากขึ้น
- ระดับขนาดเป็นเลขชี้กำลังของสิบ
- การคำนวณเลขระดับขนาด มีความเชื่อถือได้ในระดับสิบเท่า

ความไม่แน่นอนในการวัด

- การวัดทุกอย่างมีความไม่แน่นอนและความแน่นอนนี้จะติดไปตลอดกับการคำนวณ

  - จะต้องมีทักษะสำหรับการพิจารณาเรื่องของความไม่แน่นอน

- ใช้กฎของเลขนัยสำคัญในการคำนวณเลขที่มีความไม่แน่นอน

เลขนัยสำคัญ (Significant figure)

- เลขนัยสำคัญเป็นเลขที่ทราบค่าความเชื่อถือได้
- เลขศูนย์ อาจเป็นเลขนัยสำคัญหรือไม่ใช่ก็ได้
  - ถ้าใช้เพื่อบอกตำแหน่งทศนิยมก็ไม่ใช่เลขนัยสำคัญ
- เลขนัยสำคัญที่เกิดจากการวัดจะมีเลขที่เกิดจากการคาดคะเนด้วย

1 ตัว

ตัวอย่างเลขนัยสำคัญ

- 0.0075 m มีเลขนัยสำคัญ 2 หลัก
  - เลขศูนย์ที่นำหน้า เป็นเพียงเลขที่บอกตำแหน่งทศนิยม
  - ถ้าจะให้ชัดเจนให้เขียนเลขแบบวิทยาศาสตร์ : 7.5×10^{-3} m หมายถึงทศนิยม 2 หลัก
- 10.0 m มีเลขนัยสำคัญ 3 หลัก
  - จุดทศนิยมบอกความน่าเชื่อถือได้ของการวัด
- 1500 m เป็นเลขที่ไม่ชัดเจน
  - ถ้าเขียน 1.5×10^{3} m หมายถึงนัยสำคัญ 2 หลัก
  - ถ้าเขียน 1.50×10^{3} m หมายถึงนัยสำคัญ 3 หลัก
  - ถ้าเขียน 1.500×10^{3} m หมายถึงนัยสำคัญ 4 หลัก

การคูณและหาร เลขนัยสำคัญ

- การคูณหรือหารเลขนัยสำคัญ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุดที่นำมาคูณ-หารกัน
- ตัวอย่าง : $25.57\ \text{m} \times 2.45\ \text{m} = 62.6\ \text{m}^2$

  2.45 m เป็นตัวบอกว่า คำตอบต้องมีนัยสำคัญ 3 ตำแหน่ง

การบวก หรือ ลบ เลขนัยสำคัญ

- การบวก หรือ ลบ เลขนัยสำคัญ คำตอบจะมีตำแหน่งทศนิยมเท่ากับจำนวนที่มีตำแหน่งทศนิยมน้อยที่สุด
- ตัวอย่าง : 135 cm + 3.25 cm = 138 cm

  135 cm เป็นตัวจำกัดตำแหน่งทศนิยมของคำตอบ

สรุปการดำเนินการกับเลขนัยสำคัญ

- กฎที่ใช้สำหรับการบวกและการลบ ต่างจาก กฎที่ใช้ในการคูณและการหาร
- สำหรับการบวกและการลบ ตำแหน่งทศนิยม มีความสำคัญสำหรับการพิจารณา
- สำหรับการคูณและการหาร จำนวนเลขนัยสำคัญ มีความสำคัญสำหรับการพิจารณา

การปัดตัวเลข

- เลขตัวหลังสุดที่เหลืออยู่จะเพิ่มขึ้นหนึ่ง ถ้าเลขที่ปัดมีค่ามากกว่า 5
- เลขตัวหลังสุดที่เหลืออยู่จะคงเดิม ถ้าเลขที่ปัดมีค่าน้อยกว่า 5
- ถ้าเลขที่ปัดมีค่าเท่ากับ 5 จะปัดเลขท้ายให้ใกล้เคียงกับเลขคู่ที่ใกล้ที่สุด
- อย่าเพิ่งปัดเลขในระหว่างการคำนวณ จนกว่าจะถึงคำตอบสุดท้าย เพื่อป้องกันการสะสมความคลาดเคลื่อน

บทที่ 2

การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ

การเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของวัตถุ แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

2. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง

2.1 การเคลื่อนที่แบบวิถีทางโค้ง(Projectile)

2.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม(Circular Motion)

2.3 การเคลื่อนที่แบบกรวย(Conic Motion)

2.4 การเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา(การเคลื่อนที่แบบคลื่น)

3. การเคลื่อนที่แบบหมุน

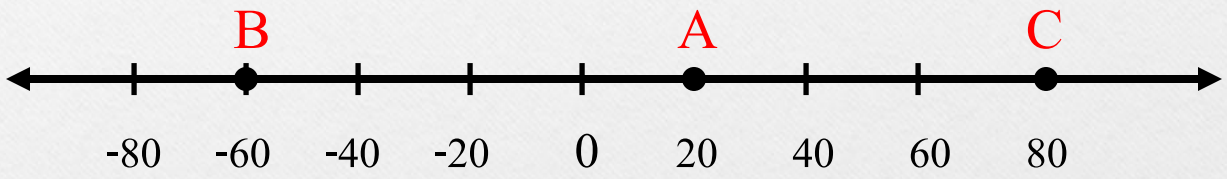
การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

1. การเคลื่อนที่ ในแนวราบ

2. การเคลื่อนที่ ในแนวดิ่ง

การบอกตำแหน่งของวัตถุสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง

ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตำแหน่งของวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงต้องมีการบอกตำแหน่งเพื่อความชัดเจน การบอกตำแหน่งของวัตถุจะต้องเทียบกับ จุดอ้างอิง หรือ ตำแหน่งอ้างอิง



ระยะห่างของวัตถุจากจุดอ้างอิง (0) ไปทางขวามีทิศทางเป็นบวก (A,C)

ระยะห่างของวัตถุจากจุดอ้างอิง (0) ไปทางซ้ายมีทิศทางเป็นลบ (B)

ระยะทาง (Distance)

คือ เส้นทางหรือ ความยาวตามเส้นทางการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย

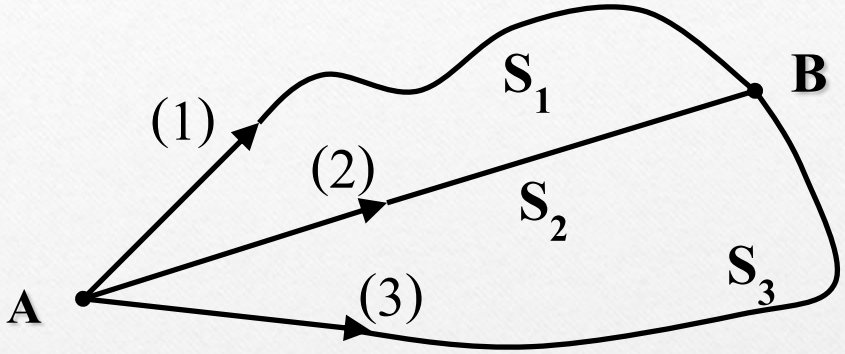
ระยะทางใช้สัญลักษณ์ “ S ” เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

การกระจัด (Displacement)

คือ ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

การกระจัดใช้สัญลักษณ์ $\vec{S}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ตัวอย่างการแสดงระยะทางและการกระจัด



เมื่อวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B ตามแนวเส้นทางดังรูป

ตามเส้นทางที่ 1 ได้ระยะทาง = S_1 และได้การกระจัด = $\vec{S}_2$ ทิศจาก A ไป B

ตามเส้นทางที่ 2 ได้ระยะทาง = S_2 และได้การกระจัด = $\vec{S}_2$ ทิศจาก A ไป B

ตามเส้นทางที่ 3 ได้ระยะทาง = S_3 และได้การกระจัด = $\vec{S}_2$ ทิศจาก A ไป B

ข้อสรุประหว่างระยะทางและการกระจัด

ระยะทาง ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่

การกระจัด ไม่ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่

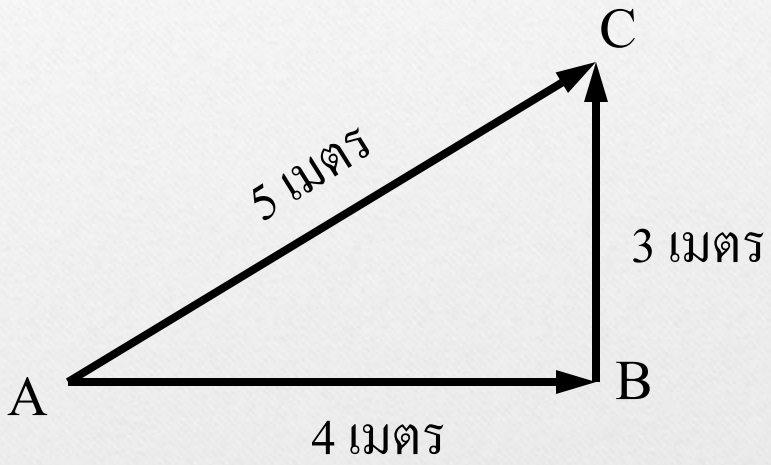
แต่จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้าย

*การเคลื่อนที่โดยทั่วๆ ไป ระยะทางจะมากกว่าการกระจัดเสมอ ยกเว้น

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง **การกระจัดจะมีขนาดเท่ากับระยะทาง**

แบบฝึกหัด 1.1

1.วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่จาก A ไป B และต่อไป C ดังรูป จงหาระยะทางและการกระจัดของวัตถุจาก A ไป B



2.วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไปยัง B ดังรูป จงหาระยะทางและการกระจัด

อัตราเร็ว (Speed)

หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

ใช้สัญลักษณ์ คือ V เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

แบ่งพิจารณาได้เป็น 3 แบบ คือ

1. อัตราเร็วเฉลี่ย (v_{av})
2. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (v_t)
3. อัตราเร็วคงที่ (v)

1. อัตราเร็วเฉลี่ย (v_{av})

หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (ในช่วงเวลาหนึ่งที่กำลังพิจารณาเท่านั้น)

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$ หรือ $$v_{av} = \frac{s}{t}$$

เมื่อ $\Delta s, s$ คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้

$\Delta t, t$ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

v_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

2. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (v_t)

หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อช่วงเวลาที่เคลื่อนที่น้อยมาก ๆ (Δt เข้าใกล้ศูนย์)

หรือ อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง คือ อัตราเร็ว ณ เวลาใดเวลาหนึ่งหรืออัตราเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง

$$v_t = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\Delta t \to 0)$$

3. อัตราเร็วคงที่ (v)

เป็นการบอกให้ทราบว่าวัตถุมีการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะพิจารณาในช่วงเวลาใด ๆ

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

ข้อสังเกต

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับ อัตราเร็วคงที่นั้น

ความเร็ว (Velocity)

คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัด

หรือ การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา

การกระจัด $(\vec{v})$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

แบ่งพิจารณาได้เป็น 3 แบบ คือ

1. **ความเร็วเฉลี่ย $(\vec{v}_{av})$**
2. **ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง $(\vec{v}_t)$**
3. **ความเร็วคงที่ $(\vec{v})$**

$(\vec{v}_{av})$

1. ความเร็วเฉลี่ย

หมายถึง การกระจัดของวัตถุที่เปลี่ยนไปในเวลาหนึ่งหน่วย (ในช่วงเวลาหนึ่งที่พิจารณา)

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$ **หรือ** $$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{s}}{t}$$

*** ทิศทางของ $\vec{v}_{av}$ จะมีทิศทางเดียวกับ $\Delta \vec{s}$ หรือ $\vec{s}$ เสมอ**

2. ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง $(\vec{v}_t)$

คือ ความเร็ว ณ เวลาใดเวลาหนึ่งหรือความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง

หมายถึง การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อช่วงเวลาที่เคลื่อนที่น้อยมาก ๆ (Δt เข้าใกล้ศูนย์)

$$\vec{v}_t = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \qquad \Delta t \to 0$$

3. ความเร็วคงที่ $(\vec{v})$

เป็นการบอกให้ทราบว่า วัตถุมีการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ ในแนวเส้นตรง ไม่ว่าจะพิจารณาในช่วงเวลาใด ๆ

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

ข้อสังเกต ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งจะมีค่าเท่ากับ ความเร็วคงที่นั้น

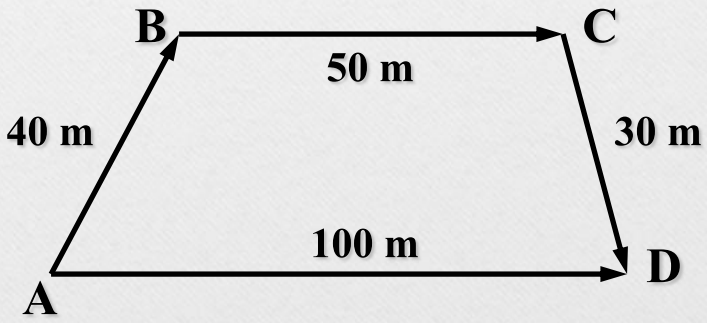
ข้อควรจำ

ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง พบว่า การกระจัดมีค่าเท่ากับระยะทาง ดังนั้นขนาดของความเร็วเฉลี่ยจะเท่ากับอัตราเร็วเฉลี่ย และเรานิยามใช้สัญลักษณ์แทนปริมาณทั้งสองเหมือนกันคือ V เพื่อสะดวกในการตั้งสมการคำนวณ

การบ้านครั้งที่ 1

1. เอซ้อมวิ่งรอบสนามฟุตบอล ซึ่งมีความยาวเส้นรอบวง 400 เมตร ครบรอบใช้เวลา 50 วินาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ย และความเร็วเฉลี่ยของเอ

2. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่จาก A ไป D ตามแนว A → B → C → D ดังรูป กินเวลานาน 20 วินาที จงหา



ก.ระยะทาง

ข.การกระจัด

ค.อัตราเร็วเฉลี่ย

ง.ความเร็วเฉลี่ย

3. นายไก่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ได้ทาง 100 เมตร แล้วจึงเคลื่อนที่ต่อด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ได้ทาง 50 เมตร จงหาความเร็วเฉลี่ยของนายไก่

---

4. รถมอเตอร์ไซค์คันหนึ่งเคลื่อนที่ตลอดระยะทางด้วยอัตราเร็วเป็น 3 ช่วง ดังนี้ 1/3 ของระยะทางทั้งหมด ในช่วงแรกวิ่งด้วยอัตราเร็ว 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง 1/3 ของระยะทางทั้งหมด ในช่วงที่สองวิ่งด้วยอัตราเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ 1/3 ของระยะทางทั้งหมดในช่วงสุดท้ายวิ่งด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยตลอดทาง

ความเร่ง (Acceleration)

การเคลื่อนที่ซึ่งขนาดหรือทิศทางของความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบมีความเร่ง

ความเร่ง หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

หรือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

ความเร่ง $\vec{a}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที^{2} (m/s^2)

ความเร่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1.ความเร่งเฉลี่ย ($\vec{a}_{av}$) เป็นความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาที่พิจารณาเท่านั้น

2.ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{a}_t$) เป็นความเร่ง ณ จุดใดจุดหนึ่ง พิจารณาในช่วงเวลาที่สั้นมาก ๆ

3.ความเร่งคงที่ ($\vec{a}$) เป็นความเร่งที่ มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างสม่ำเสมอ

หาความเร่งได้จาก

สมการ

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t_2 - t_1}$$

หรือ

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

เมื่อ $\vec{u}, \vec{v}$ คือ ความเร็วที่เวลาเริ่มต้น และที่เวลาสุดท้ายตามลำดับ

Δt คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนความเร็วจาก $\vec{u}$ เป็น $\vec{v}$

ข้อสังเกต

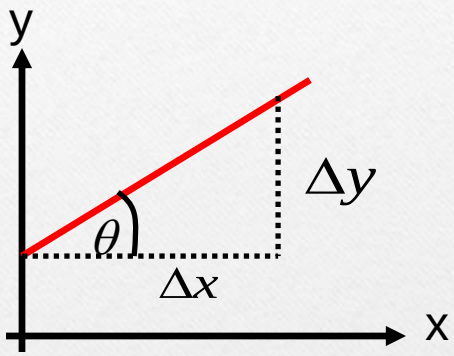
1.ทิศทางของความเร่ง จะอยู่ในทิศทางเดียวกับความเร็วที่เปลี่ยนไปเสมอ

2.เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ ค่าความเร่งเฉลี่ยและค่าความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับความเร่งคงที่นั้น

3.เมื่อวัตถุมีความเร็วลดลง เราจะได้ว่า ความเร่งมีค่าเป็นลบ หรือ ความเร่งมีทิศตรงข้ามการเคลื่อนที่ บางครั้งเรียกความเร่ง ที่มีค่าเป็นลบ (-) ว่า ความหน่วง

กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่

การหาความชัน หรือ slope ของกราฟเส้นตรงหาได้จาก



$$\text{Slope} = \tan\theta$$

$$= \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา

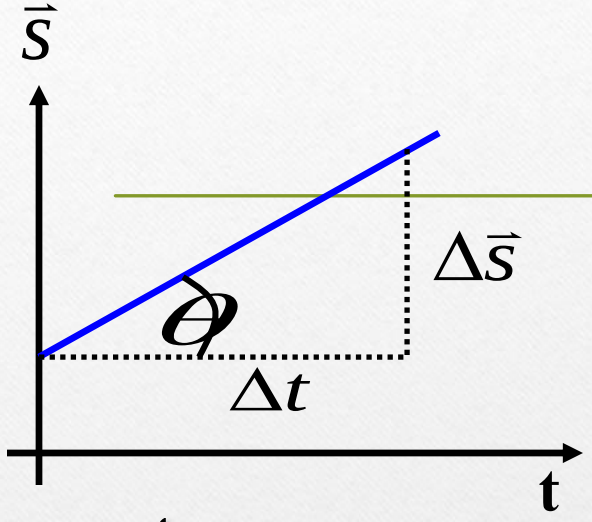
จากกราฟ

1.การกระจัดคงที่

2. ความเร็ว = 0 $\because v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ เมื่อ $\Delta s = 0$

3. Slope =0

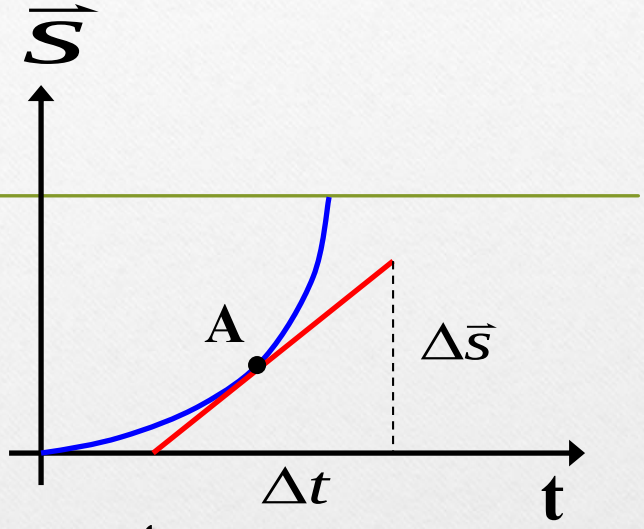
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา



จากกราฟ

1.การกระจัดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

2.Slope คงที่ = ความเร็วคงที่ $= \frac{\Delta s}{\Delta t}$



จากกราฟ

1.การกระจัดเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ

2.Slpoe เพิ่มขึ้น(โค้งหงาย)

ความเร็วเพิ่มขึ้น

สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยความเร่งคงตัว

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$$

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

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a}\vec{s}$$

สมการการหาระยะทางในช่วงวินาทีหนึ่งวินาทีใด

ระยะทางในวินาทีหนึ่งวินาทีใด หมายถึง ระยะทางในช่วงเวลา 1 วินาที ณ วินาทีนั้น ๆ เช่น ระยะทางในวินาทีที่ t คือ ระยะทางจากวินาทีที่ (t-1) ถึงวินาทีที่ t (S_t)

หาได้จากสมการ

$$S_t = u + \frac{a}{2}(2t - 1)$$

S_t = คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในวินาทีที่ t

การบ้านครั้งที่ 2

1.รถยนต์และรถไฟเคลื่อนที่คู่ขนานกันไปด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที เท่ากัน เมื่อมาถึงสัญญาณไฟแดง รถยนต์ก็เบรกทำให้เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง 3 เมตร/วินาที^{2} จนหยุดนิ่งและหยุดอยู่นาน 2.0 วินาที ก่อนจะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร่ง 1.5 เมตร/(วินาที)^2 จนมีความเร็วเป็น 30 เมตร/วินาที เท่ากับความเร็วของรถไฟ ในขณะนั้นรถยนต์จะอยู่ห่างจากรถไฟกี่เมตร

2.รถไฟ 2 ขบวน วิ่งเข้าหากันในรางเดียวกัน รถขบวนที่ 1 วิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ส่วนรถขบวนที่ 2 วิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ขณะที่อยู่ห่างกัน 325 เมตร รถไฟทั้ง 2 ขบวนต่างเบรกรถและหยุดได้พอดีพร้อมกันโดยอยู่ห่างกัน 25 เมตร เวลาที่รถทั้งสองใช้เป็นเท่าใด

3.ลูกปืนลูกหนึ่งเมื่อยิงทะลุผ่านแผ่นไม้อัดแผ่นหนึ่ง ความเร็วจะลดลง 10% เสมอ ถ้าเอาไม้อัดชนิดและขนาดเหมือนกันนี้มาวางซ้อนกันหลาย ๆ แผ่น อยากทราบว่าลูกปืนจะทะลุแผ่นไม้อัดได้กี่แผ่น

4.วัตถุอันหนึ่งเคลื่อนที่ได้ 3 เมตร ในเวลา 0.5 วินาทีแรก และเคลื่อนที่ได้ไกล 27 เมตร ในวินาทีที่ 6 จงหาความเร็วต้น และความเร่งของวัตถุ

การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลก

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งภายใต้แรงดึงดูดของโลก คือ การเคลื่อนที่อย่างอิสระของวัตถุโดยมีความเร่งคงที่เท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (g) มีทิศพุ่งลงสู่จุดศูนย์กลางของโลก มีค่าโดยเฉลี่ยทั่วโลกถือเป็นค่ามาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 9.8065 m/s^2

ลักษณะของการเคลื่อนที่มี 3 ลักษณะ

1.ปล่อยลงในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้นเท่ากับศูนย์ (u = 0)

2.ปาลงในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น (u > 0)

3.ปาขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น (u > 0)

สมการสำหรับการคำนวณ

การเคลื่อนที่ลักษณะที่ 1 และ 2 วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร่ง (g) คงที่ ใช้สมการคำนวณคือ

$$\vec{v} = \vec{u} + gt$$

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

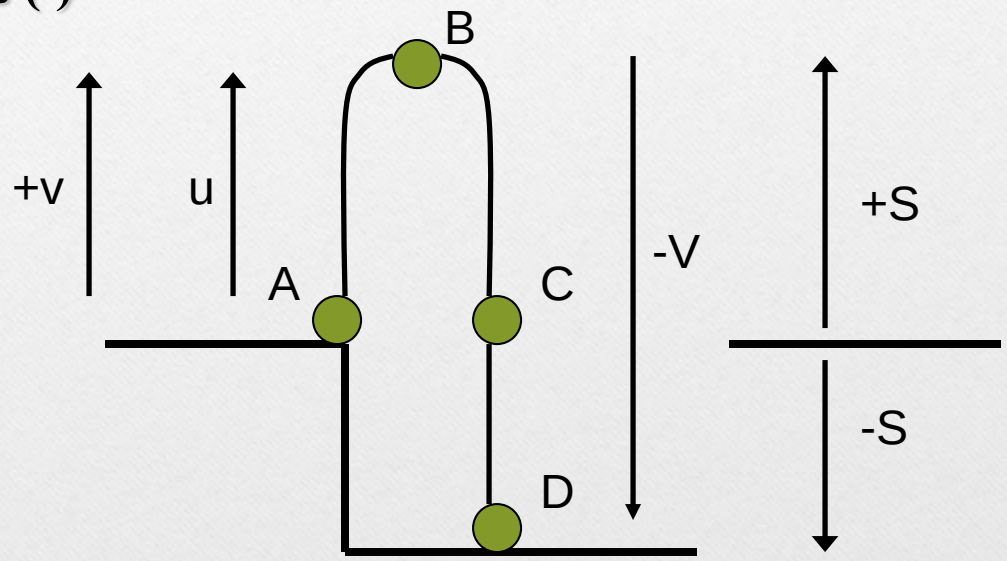
$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2g\vec{s}$$

เมื่อ a = g และทุกปริมาณเป็นบวกหมด เพราะมีทิศทางเดียวกัน

สมการสำหรับการคำนวณ

ส่วนลักษณะที่ 3 วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แต่มี 2 ทิศทางคือขึ้นและลง ดังนั้นปริมาณเวกเตอร์ต่าง ๆ ต้องกำหนดทิศทางโดยใช้เครื่องหมายบวก (+) และลบ (-)



$$a = -g$$

เงื่อนไขการกำหนดทิศทางของปริมาณต่าง ๆ

1. **u มีค่าเป็นบวก (+) เสมอ**
2. **v มีค่าเป็นบวก (+)** เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับ **u**

   v มีค่าเป็นลบ (-) เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทางสวนทางกับ **u**

   v มีค่าเป็นศูนย์ (0) เมื่อวัตถุหยุดเคลื่อนที่
3. **S มีค่าเป็นบวก (+)** เมื่อมีทิศทางเดียวกับ **u** คือวัตถุอยู่เหนือจุดเริ่มต้น

   S มีค่าเป็นลบ (-) เมื่อมีทิศทางสวนกับ **u** คือวัตถุอยู่ต่ำกว่าจุดเริ่มต้น

   S มีค่าเป็นศูนย์ (0) เมื่อวัตถุอยู่ระดับเดียวกับจุดเริ่มต้น
4. **a มีค่าเป็น -g เสมอ** ถ้าเมื่อเริ่มต้นวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งเพราะ

ทิศทาง **g** สวนทางกับ **u**

การเคลื่อนที่ใน 2 และ 3 มิติ

การเคลื่อนที่ 2 มิติ และ 3 มิติ คือการเคลื่อนที่ที่สามารถมองเห็นว่าการเคลื่อนที่มี 2 และ 3 มิติ สามารถแยกคิดเป็นแบบการเคลื่อนที่ 1 มิติในสองทิศหรือสามทิศที่ตั้งฉากกัน และสามารถนำการคิดสองทางหรือสามทางนั้นมาประกอบกัน หรือรวมกันแบบเวกเตอร์ได้ ตามแนวของแกนสองและสามแกนที่ตั้งฉากกัน คือแกนของระบบโคออร์ดิเนต XY และ XYZ ตามลำดับ

ความเร็วสัมพัทธ์ (Relative Velocity)

ความเร็วสัมพัทธ์ หมายถึงความเร็วของวัตถุใด ๆ เทียบกับผู้สังเกต หรือความเร็วที่ปรากฏต่อผู้สังเกตที่มีความเร็วอยู่ด้วยในขณะสังเกต โดยมีสัญลักษณ์เป็น อักษรห้อยท้าย 2 ตัว เช่น V_{AB} อักษรตัวแรกบอกชื่อวัตถุหรือผู้ถูกสังเกต อักษรตัวที่สอง บอกชื่อผู้สังเกตหรือสิ่งเปรียบเทียบ อ่านว่า ความเร็วของ A เทียบกับ B หรือความเร็วของA สัมพัทธ์กับ B

ในการบอกความเร็วของวัตถุสัมพัทธ์กับโลกอาจเขียนได้เป็น V_{AE} หรือมีความหมายว่า ความเร็วของวัตถุ A เทียบโลก

กรอบอ้างอิงเฉื่อย (Inertial frame)

กรอบอ้างอิง หมายถึง ระบบโคออร์ดิเนต ที่ผู้สังเกตหนึ่ง ๆ ใช้ในการสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ

กรอบอ้างอิงเฉื่อย

หมายถึงกรอบอ้างอิงที่ไม่มีความเร่ง หรือมีความเร็วคงตัว

Thank you

nuttida.ch@ssru.ac.th