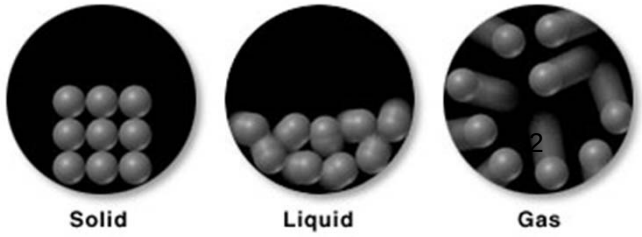
บทที่1 สสารและพลังงาน

อุษารัตน์ รัตนคำนวณ

สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สสาร

- สสาร (matter) คือ สิ่งที่ต้องการที่อยู่และมีมวล (mass)
- สถานะของสสาร
  - **ของแข็ง (solid) มีรูปร่างและปริมาตรที่คงที่ อนุภาคของของแข็งจะอยู่อย่างเบียดชิดกันและยึดกันอยู่อย่างเหนียวแน่น**
  - **ของเหลว (liquid) มีปริมาตรคงที่แต่รูปร่างของของเหลวขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของของเหลวจะเคลื่อนไหวไปมาและอยู่ชิดกัน**
  - **แก๊ส (gas) มีปริมาตรและรูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงได้ตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของแก๊สจะอยู่อย่างอิสระและอยู่ห่างจากกัน**



การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

- สสาร สามารถเปลี่ยนแปลงสถานะได้

  - การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical change) เป็นการเปลี่ยนสถานะโดยการเปลี่ยนอุณหภูมิ อาจมีการเปลี่ยนรูป สี กลิ่น รส แต่ไม่มีการเกิดสารใหม่ขึ้น สูตรเคมีของสารยังคงเดิม

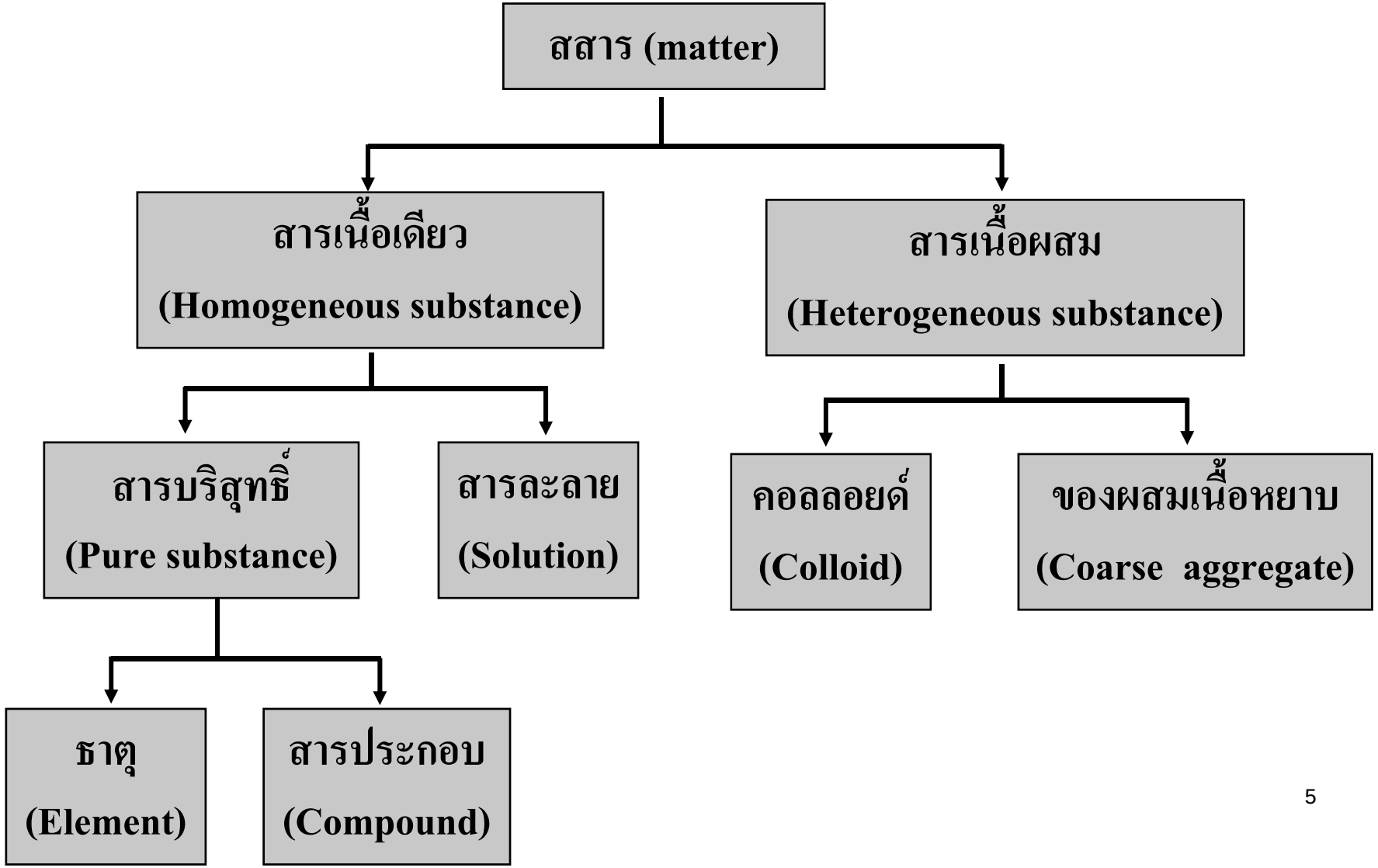
  - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical change) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ให้สารใหม่เกิดขึ้นและมีสมบัติแตกต่างไปจากสารเดิม มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานซึ่งอาจมีการดูดพลังงานเข้ามา หรือคายพลังงานออกไปด้วยเสมอ

สมบัติของสสาร

- สมบัติทางกายภาพ (Physical properties) เช่น สี กลิ่น รส การละลายในน้ำและในของเหลวอื่นๆ ความหนาแน่น ความเหนียว ความแข็ง รูปผลึก การนำความร้อนและไฟฟ้า จุดหลอมเหลวและจุดเดือด

- สมบัติทางเคมี (Chemical properties) เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของสารหรือปฏิกิริยาเคมีโดยตรง เช่น สสารเกิดปฏิกิริยากับอากาศ สสารถูกเผาไหม้โดยเปลวไฟ

การจำแนกสสาร



สารบริสุทธิ์ (Pure Substance)

- สารบริสุทธิ์ คือ สสารรูปใดรูปหนึ่งที่มีคุณสมบัติและส่วนประกอบเหมือนกันทุกประการ สารบริสุทธิ์จะมีจุดเดือดหรือจุดหลอมเหลวที่คงที่แน่นอน
- สารบริสุทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ธาตุ และสารประกอบ
- ธาตุ เช่น ทองคำ ตะกั่ว เงิน ทองแดง และปรอท
- สารประกอบ เช่น น้ำ (H_2O), น้ำตาล ($C_6H_{12}O_6$), กรดเกลือ (HCl)

ธาตุ (Element)

- ธาตุ คือ สารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอมที่เหมือนกัน ไม่สามารถแยกเป็นสารอื่นได้อีกด้วยวิธีเคมีธรรมดา
- หน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุและยังรักษาสมบัติของธาตุไว้ได้คือ อะตอม และเป็นหน่วยที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมี
- ปัจจุบันมีธาตุที่ได้รับการพิสูจน์เอกลักษณ์แน่นอนแล้ว 115 ธาตุ
- การเขียนสัญลักษณ์ของธาตุจะใช้อักษรภาษาอังกฤษหนึ่งหรือสองตัวแรกในการแสดงสัญลักษณ์ของธาตุ อักษรตัวแรกใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ ถ้ามีอักษรตัวแรกซ้ำกันก็ให้เพิ่มอักษรตัวที่สองโดยใช้ตัวพิมพ์เล็ก
- สัญลักษณ์ของธาตุบางตัวมาจากภาษาละติน เช่น ทองคำ (gold) สัญลักษณ์ย่อคือ Au มาจาก Aurum

ธาตุ (Element)

ตาราง 1.1 ธาตุและสัญลักษณ์ของธาตุบางตัว

ชื่อ	สัญลักษณ์	ชื่อ	สัญลักษณ์	ชื่อ	สัญลักษณ์
Aluminium	Al	Fluorine	F	Oxygen	O
Arsenic	As	Gold	Au	Phosphorus	P
Barium	Ba	Hydrogen	H	Platinum	Pt
Bismuth	Bi	Iodine	I	Potassium	K
Bromine	Br	Iron	Fe	Silicon	Si
Calcium	Ca	Lead	Pb	Silver	Ag
Carbon	C	Magnesium	Mg	Sodium	Na
Chlorine	Cl	Manganese	Mn	Sulfur	S
Chromium	Cr	Mercury	Hg	Tin	Sn
Cobalt	Co	Nickel	Ni	Tungsten	W
Copper	Cu	Nitrogen	N	Zinc	Zn

ธาตุ (Element)

ธาตุแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ โลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ

1. โลหะ (metal) - นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี

   - ขัดให้เป็นเงาและสะท้อนได้

   - โดยทั่วไปมีจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง

2. กึ่งอโลหะ (semimetal) - เป็นธาตุที่มีสมบัติกำกึ่งกันระหว่างโลหะกับอโลหะ เช่น โบรอน (B) เจอร์เมเนียม (Ge) เป็นต้น

3. อโลหะ (non-metal) - ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าและตัวนำความร้อน

   - ขัดให้เป็นเงาและสะท้อนแสงได้น้อยมาก

   - มีจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นต่ำ

สารประกอบ (Compound)

- เป็นสารบริสุทธิ์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปโดยปฏิกิริยาเคมี
- ต้องเป็นไปตาม “กฎสัดส่วนคงที่ (Law of Composition of Compound)” : อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบหนึ่งๆจะต้องคงที่ ไม่ว่าจะเตรียมสารประกอบนั้นกี่ครั้งหรือโดยวิธีการต่างกันอย่างไรก็ตาม
- ตัวอย่างสารประกอบ เช่น น้ำ (H_2O) กรดซัลฟุริก (H_2SO_4)

สารละลาย (Solution)

- สารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
- องค์ประกอบของสารละลาย มี 2 ส่วน คือ ตัวทำละลาย (solvent) และ ตัวถูกละลาย (solute)
- มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคเล็กกว่า 10^{-7} cm
- การจำแนกว่าสารใดเป็นตัวทำละลาย หรือตัวถูกละลาย

  - ตัวทำละลาย ต้องมีสถานะเหมือนสารละลาย

  - ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาตรมากกว่าเป็นตัวทำละลาย
- สถานะของสารละลาย มีทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ตัวอย่างของสารละลาย

ตาราง 1.2 แสดงตัวอย่างสารละลาย

สถานะของสารละลาย	สถานะของตัวทำละลาย	สถานะของตัวถูกละลาย	ตัวอย่างสารละลาย
ของแข็ง	ของแข็ง	ของแข็ง	ทองเหลือง (ทองแดง+สังกะสี)
	ของแข็ง	ของเหลว	เงินอะมัลกัม (เงิน+ปรอท)
	ของแข็ง	แก๊ส	ไฮโดรเจนในโลหะแพลเลเดียม
ของเหลว	ของเหลว	ของแข็ง	น้ำเกลือ (น้ำ+เกลือ)
	ของเหลว	ของเหลว	แอลกอฮอล์ในน้ำ
	ของเหลว	แก๊ส	โซดา (น้ำ+แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์)
แก๊ส	แก๊ส	ของแข็ง	ไอโอดีนในอากาศ
	แก๊ส	ของเหลว	ไอน้ำในอากาศ
	แก๊ส	แก๊ส	อากาศ

สารละลาย

- สารละลายอิ่มตัว (Saturated solution) คือ สารละลายที่ตัวทำละลายไม่สามารถละลายตัวถูกละลายได้อีกที่อุณหภูมินั้นๆ
- ความสามารถในการละลาย (Solubility) คือ ปริมาณของตัวถูกละลายสูงที่สุดที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่อุณหภูมินั้น
- ความสามารถในการละลาย ขึ้นอยู่กับ
  - ชนิดของตัวทำละลาย
  - ชนิดของตัวถูกละลาย
  - อุณหภูมิ และ ความดัน

การทดสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์

- ถ้าสารที่ทดสอบเป็นของเหลว
  - นำไประเหยในถ้วยกระเบื้อง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่แสดงว่าเป็นสารละลาย ถ้าไม่มียังสรุปไม่ได้ว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ให้ทำตามขั้นต่อไป
  - นำไปหาจุดเดือด ถ้าจุดเดือดคงที่แสดงว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ถ้าจุดเดือดไม่คงที่แสดงว่าเป็นสารละลาย

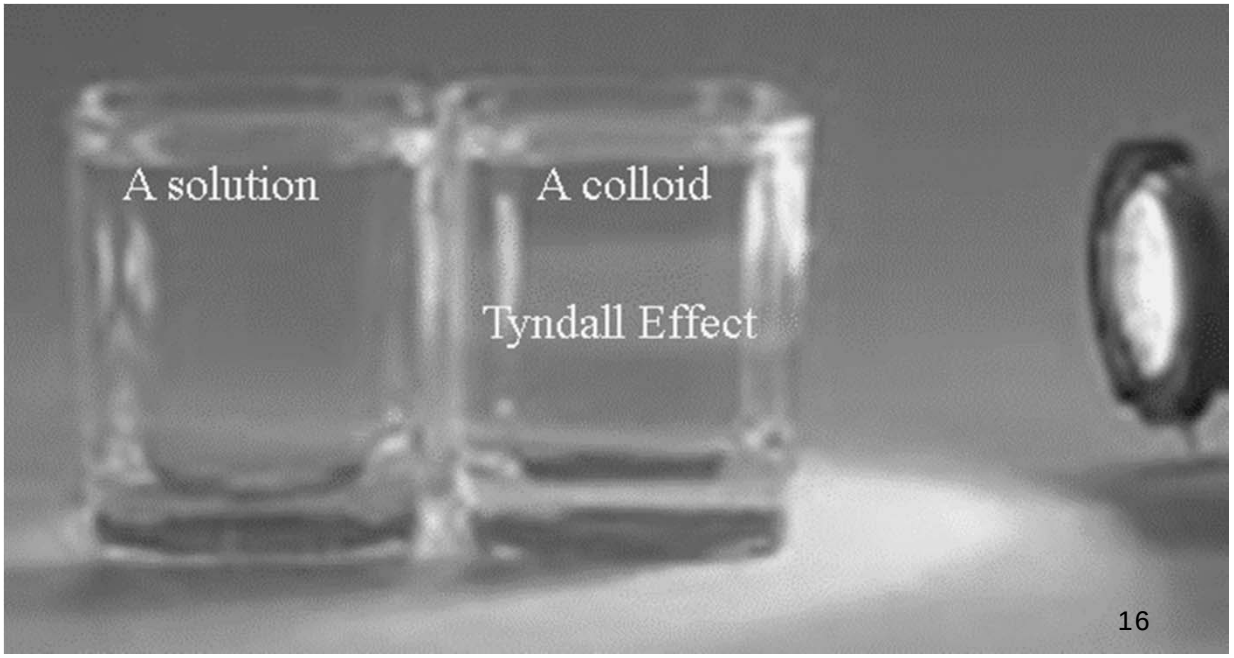
- ถ้าสารที่ทดสอบเป็นของแข็ง
  - นำไปหาจุดหลอมเหลว ถ้าหลอมเหลวที่อุณหภูมิที่คงที่ หรือช่วงหลอมเหลวแคบ แสดงว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ถ้าช่วงอุณหภูมิขณะหลอมเหลวกว้างแสดงว่าไม่ใช่สารบริสุทธิ์

คอลลอยด์ (Colloid)

- เป็นสารเนื้อผสม
- เป็นสถานะที่สารใดสารหนึ่งอยู่ในรูปของอนุภาคเล็กๆ (อนุภาคคอลลอยด์) แขวนลอยอยู่ในตัวกลางหรือตัวทำละลาย ไม่รวมตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่เพื่อตกตะกอน
- อนุภาคคอลลอยด์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10^{-4}-10^{-7} cm
- เช่น น้ำนม น้ำเต้าหู้ เบียร์ เลือด ฝุ่นละอองในอากาศ

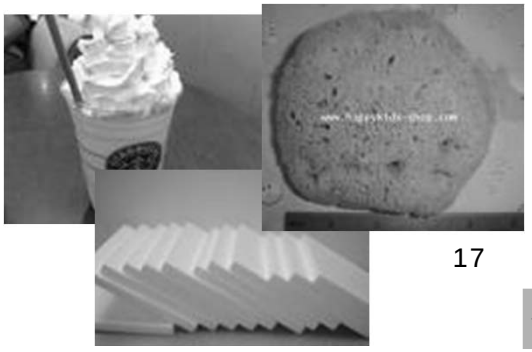
คอลลอยด์ (Colloid)

- เมื่อให้แสงส่องผ่านคอลลอยด์ จะเห็นแสงเป็นลักษณะลำแสงเนื่องจากอนุภาคคอลลอยด์ที่แขวนลอยอยู่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **<u>ปรากฏการณ์ทินดอลล์ (Tyndall effect)</u>**



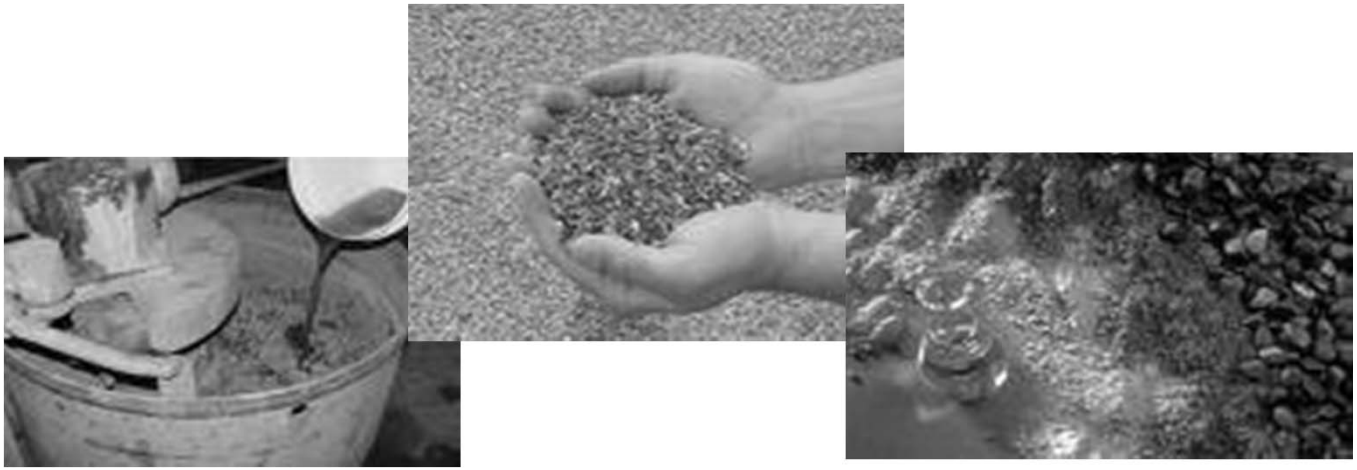
การจำแนกระบบคอลลอยด์

อนุภาคคอลลอยด์	ตัวกลาง	ชื่อเรียก	ตัวอย่าง
ของแข็ง	ของเหลว	โซล (sols)	ยาเคลือบกระเพาะ นม เลือด น้ำหมึก สี
ของเหลว	ของแข็ง	เจล (gel)	เนย แยม เยลลี่ กาวลาเท็กซ์ แป้งเปียก
ของเหลว	ของเหลว	อิมัลชัน (emulsion)	มายองเนส นม โลชั่น
ของเหลว, ของแข็ง	แก๊ส	แอโรซอล (aerosol)	หมอก, ควัน
แก๊ส	ของเหลว	โฟมของเหลว (foam)	วิปครีม ฟองเบียร์ ครีมโกนหนวด
แก๊ส	ของแข็ง	โฟมของแข็ง (foam)	โฟมพลาสติก, ฟองน้ำ



ของผสมเนื้อหยาบ (Core aggregate)

- ของผสมที่ประกอบด้วยส่วนผสมขนาดใหญ่ อนุภาคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 10^{-4} cm
- สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า สามารถแยกออกจากกันได้ ทุกองค์ประกอบไม่ได้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน
- เช่น คอนกรีต น้ำคลอง



พลังงาน (Energy)

- **พลังงาน** หมายถึง ความสามารถในการทำงาน
- พลังงานปรากฏอยู่ในรูปแบบต่างๆกัน เช่น ความร้อน แสงสว่าง ไฟฟ้า เสียง เคมี นิวเคลียร์
- **กฎอนุรักษ์พลังงาน (Law of Conversion of Energy)** : พลังงานเป็นสิ่งไม่สูญหายไปและมีอยู่เท่าเดิม แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ และ พลังงานในระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงจะเท่ากับพลังงานในระบบภายหลังการเปลี่ยนแปลงแล้ว

พลังงานศักย์ (Potential Energy)

- พลังงานศักย์ เป็นพลังงานที่มีสะสมอยู่แล้วในวัตถุ เกิดเนื่องจากตำแหน่งในสนามของแรง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่อยู่ของมัน
- มี 2 ชนิด คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
- พลังงานศักย์โน้มถ่วง หมายถึง พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลกขึ้นไป และวัตถุนั้นอยู่ในแนวดิ่ง ในสนามของการดึงดูดของโลกค่าของพลังงานขึ้นอยู่กับมวลและความสูงจากพื้นผิวโลก เช่น หนังสือที่วางอยู่บนโต๊ะจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าหนังสือที่วางอยู่บนพื้น
- พลังงานศักย์ยืดหยุ่น หมายถึง พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่ยืดหยุ่นได้เช่น สปริง

พลังงานจลน์ (Kinetic Energy)

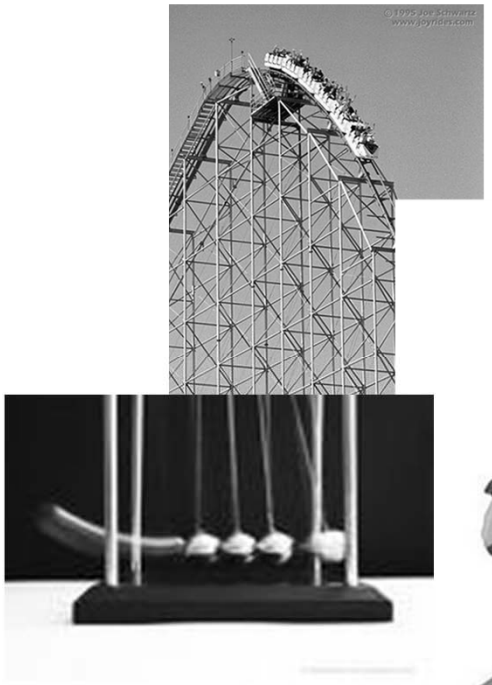
- เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นขณะวัตถุมีการเคลื่อนที่ เช่น รถกำลังแล่น เด็กกำลังวิ่ง พัดลมกำลังหมุน น้ำกำลังไหล
- *"วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ล้วนมีพลังงานจลน์ทั้งสิ้น ปริมาณพลังงานจลน์ในวัตถุจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น"*

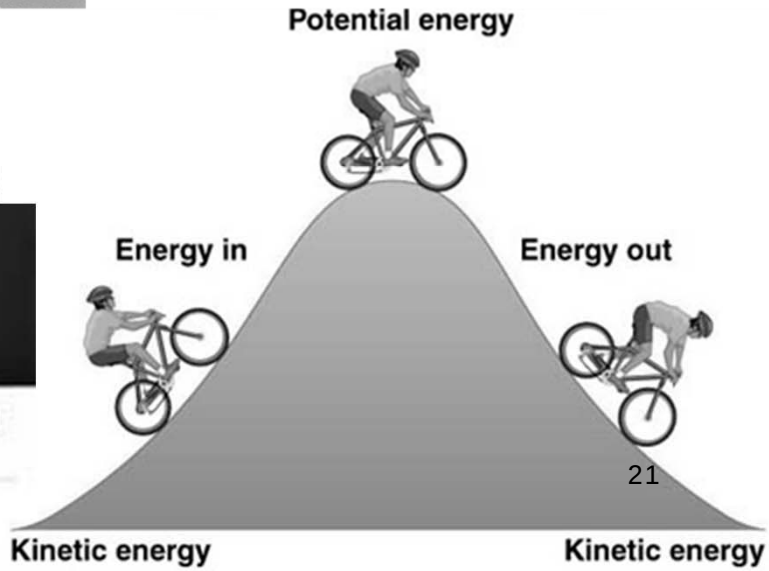
$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

E = พลังงานจลน์ (จูล)

M = มวลของวัตถุ (กิโลกรัม)

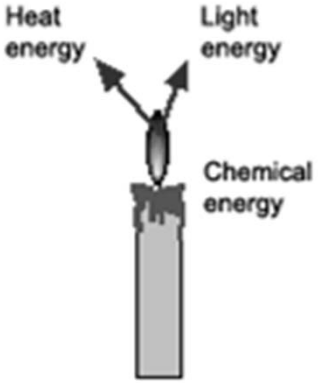
V = อัตราเร็วของวัตถุ (เมตร/วินาที)





พลังงานเคมี (Chemical Energy)

- เป็นพลังงานศักย์รูปแบบหนึ่งซึ่งมีสะสมอยู่แล้วในสารขึ้นอยู่กับความสามารถของปฏิกิริยาในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยาทางเคมี
- อาจเกิดการคายพลังงานออกมา เรียก ปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction) หรือ เกิดการดูดพลังงานเข้าไป เรียก ปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction) พลังงานที่คายออกมาส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนออกมาในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานแสง



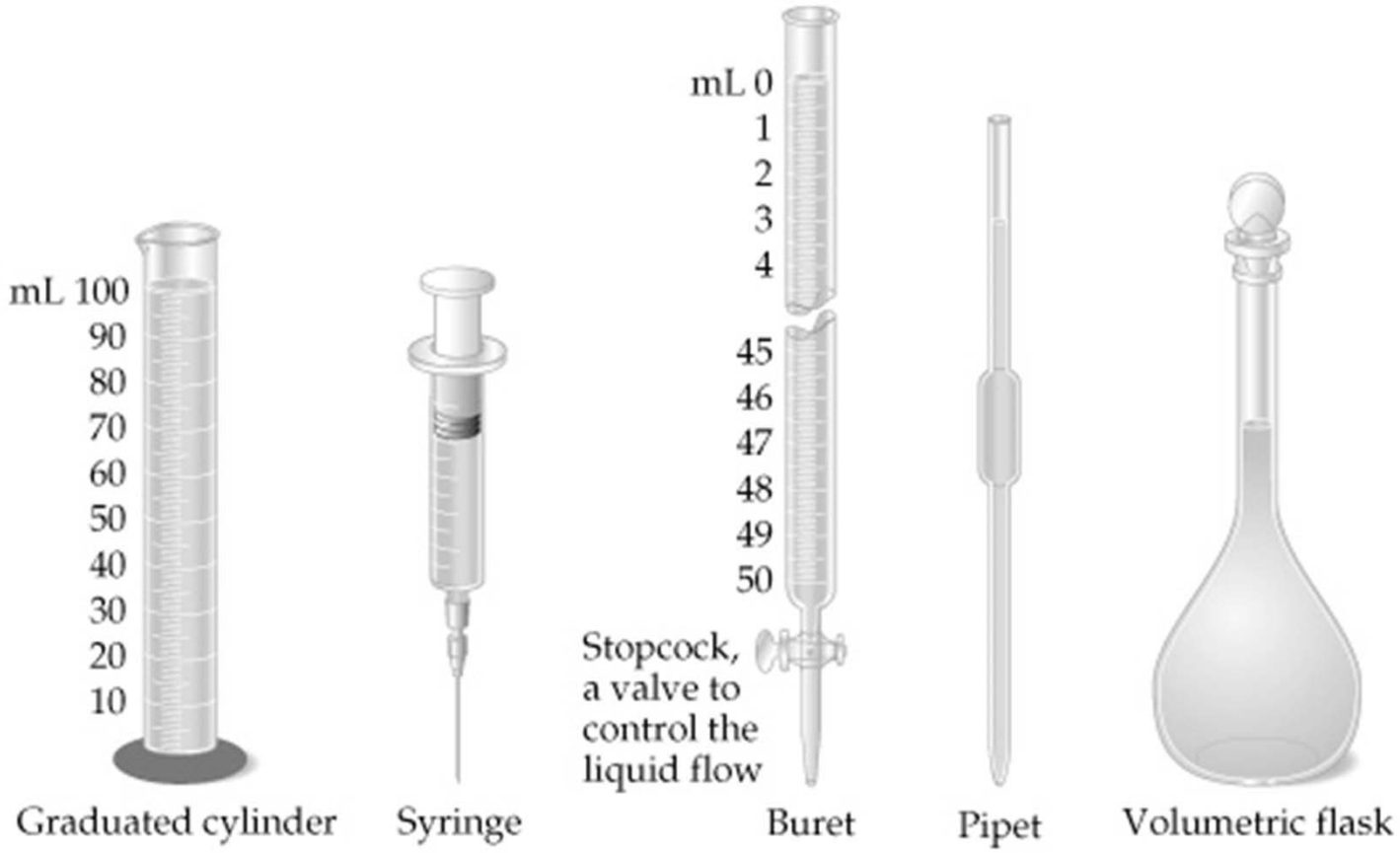
พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy)

- เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่นิวเคลียสของอะตอม
- เป็นการเปลี่ยนแปลงจากมวลสารไปเป็นพลังงาน ซึ่ง Albert Einstein กล่าวว่า มวลและพลังงานแปรเปลี่ยนสภาพเข้าหากันได้ในภาวะที่เหมาะสม ตามสมการ

$$E = mc^2$$

  - เมื่อ E = พลังงาน m = มวล และ c = ความเร็วแสง

การวัด



เรื่องสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการวัด คือ **หน่วยที่ใช้ และ การรายงานค่าที่วัดได้**

หน่วยวัดทางเคมี

- **ระบบเมตริก (Metric system)**

  หน่วยที่ใช้วัดมวล : กรัม (gramme, g) หน่วยที่ใช้วัดความยาว : เมตร (metre, m)

  หน่วยที่ใช้วัดปริมาตรของเหลว : ลิตร (litre, L)

- **ระบบ SI (Le Systeme Internationale d' Unites)**

ปริมาณทางกายภาพ	หน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร (metre)	m
มวล	กิโลกรัม (kilogramme)	kg
เวลา	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิ	เคลวิน (kelvin)	K
ปริมาณของสาร	โมล (mole)	mol
ความเข้มแสง	แคนเดลา (candela)	cd

คำนำหน้าของหน่วยที่ใช้วัดปริมาณต่างๆ

คำนำหน้า (Prefix)	สัญลักษณ์	ความหมาย	คำนำหน้า (Prefix)	สัญลักษณ์	ความหมาย
Tera-	T	10^{12}	Deci-	d	10^{-1}
Giga-	G	10^{9}	Centi-	c	10^{-2}
Mega-	M	10^{6}	Milli-	m	10^{-3}
Kilo-	k	10^{3}	Micro-	μ	10^{-6}
Hecto-	h	10^{2}	Nano-	n	10^{-9}
Deca-	da	10^{1}	Pico-	p	10^{-12}
			Femto-	f	10^{-15}
			Atto-	a	10^{-18}

มวล (Mass) และน้ำหนัก (Weight)

- มวล และ น้ำหนัก มักจะมีการใช้คำนี้สลับกันไปมา แต่ทั้งสองคำแตกต่างกันในเชิงของปริมาณ
- มวล เป็นการวัดปริมาณของสสารของวัตถุ มวลจะมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับสถานที่
- น้ำหนัก เกิดจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดที่กระทำต่อวัตถุนั้น

หน่วย SI ของมวลคือ กิโลกรัม (kg)

$$\mathbf{1\ kg = 1 \times 10^{3}\ g = 1{,}000\ g}$$

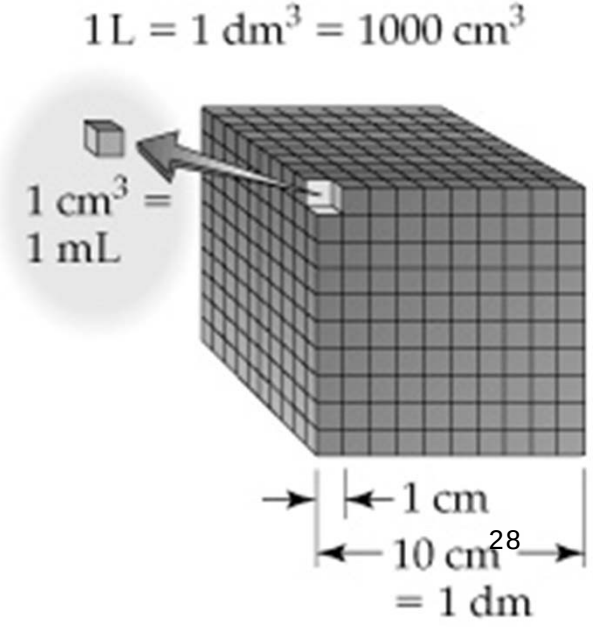
ปริมาตร (Volume)

- หน่วย SI พื้นฐานของปริมาตร คือ ลูกบาศก์เมตร (m^3)
- แต่นักเคมีมักจะทำงานเกี่ยวข้องกับปริมาตรปริมาณน้อยๆ เช่น
  - ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) $1\ cm^3 = (1\times10^{-2}\ m)^3 = 1\times10^{-6}\ m^3$
  - ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) $1\ dm^3 = (1\times10^{-1}\ m)^3 = 1\times10^{-3}\ m^3$
- หน่วยเมตริก ที่นิยมใช้บ่อยๆ คือ ลิตร (L)

$1\ L = 1000\ mL \qquad 1\ mL = 1\ cm^3$

$= 1000\ cm^3$

$= 1\ dm^3$



ความหนาแน่น (Density)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

ρ = ความหนาแน่น

m = มวล

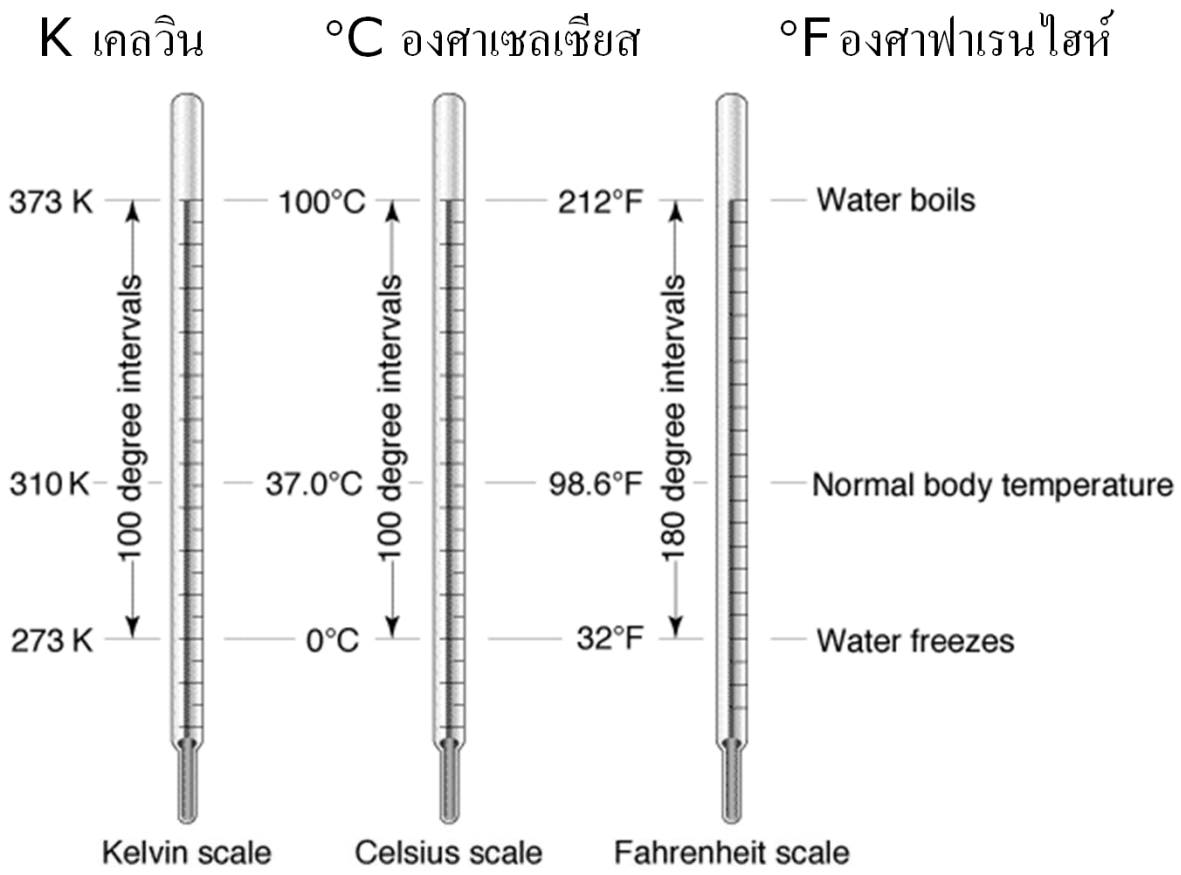
V = ปริมาตร

หน่วย คือ kg/m^3, g/cm^3, g/mL

TABLE 1.6 Densities of Some Selected Substances at 25°C

Substance	Density (g/cm^3)
Air	0.001
Balsa wood	0.16
Ethanol	0.79
Water	1.00
Ethylene glycol	1.09
Table sugar	1.59
Table salt	2.16
Iron	7.9
Gold	19.32

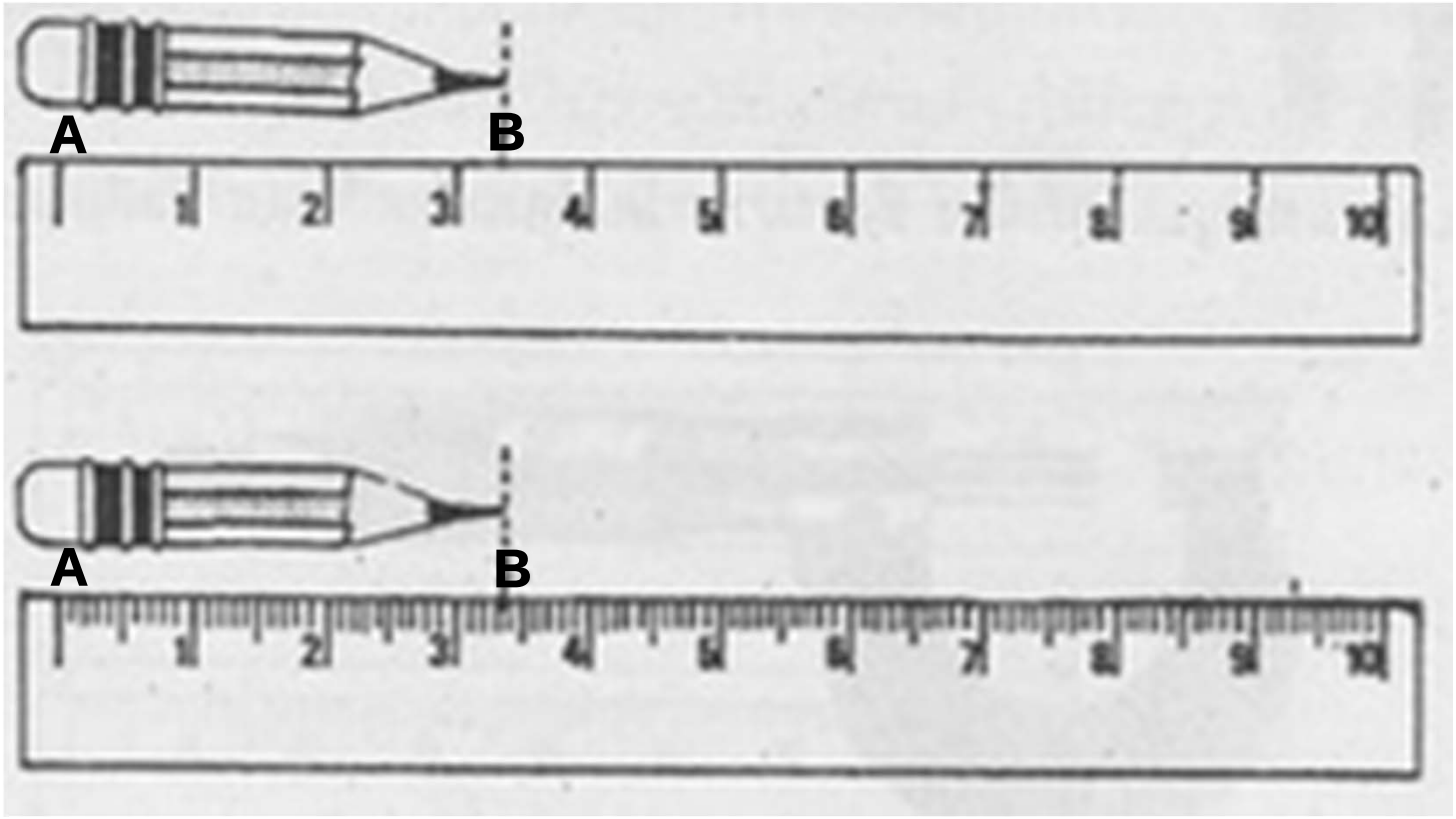
มาตราส่วนอุณหภูมิ (Temperature Scale)



$$\frac{°C}{5} = \frac{°F - 32}{9}$$

K = °C+273.15

เลขนัยสำคัญ (Significant Figures)



บน AB = 3.3 (มีเลขนัยสำคัญ 2 ค่า)

ล่าง AB = 3.35 (มีเลขนัยสำคัญ 3 ค่า)

“เลขนัยสำคัญ” ตัวเลขที่เขียนแสดงผลของการวัด โดยรวมเอาตัวเลขที่ยังมีความสงสัยอยู่ด้วยหนึ่งตำแหน่ง

การหาเลขนัยสำคัญ

- ตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์เป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 845 cm มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว
- เลขศูนย์ที่อยู่ระหว่างตัวเลขถือเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 606 cm มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว
- ศูนย์ที่อยู่ทางซ้ายของตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์ ไม่ถือเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 0.08 L มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัว
- เมื่อตัวเลขมากกว่า 1 เลขศูนย์ที่อยู่ทางขวามือของจุดทศนิยมถือเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 2.0 mg มีตัวเลขนัยสำคัญ 2 ตัว
- เมื่อตัวเลขมีค่าน้อยกว่า 1 เลขศูนย์ที่อยู่ท้ายตัวเลขและอยู่ระหว่างตัวเลขถือเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 0.090 kg มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว และ 0.00420 min มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว
- เลขยกกำลัง เช่น 4×10^2 มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัว, 4.0×10^2 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว, 4.00×10^2 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

การคำนวณกับเลขนัยสำคัญ

- การบวก และการลบ
  - ทำการบวกหรือลบเลขก่อน แล้วพิจารณาว่าโจทย์จำนวนใดมีจำนวนหลักหลังทศนิยมน้อยที่สุด แล้วให้ปัดเศษตัวเลขของคำตอบให้เหลือจำนวนหลักหลังทศนิยมเท่ากับจำนวนหลักที่น้อยที่สุดของโจทย์จำนวนนั้น
  - เช่น 319.542 + 20.46 + 0.0639 + 38.2 + 4.076 = 382.3419 = 382.3

- การคูณ และการหาร
  - ทำการคูณหรือหารก่อน แล้วพิจารณาดูว่าจำนวนใดมีเลขนัยสำคัญต่ำสุด เมื่อได้ผลคูณหรือหารแล้วให้ทำการปัดเศษจนได้ตัวเลขนัยสำคัญเท่ากับเลขนัยสำคัญต่ำสุดนั้น
  - เช่น 0.0573×1.436

    0.573 มีเลขนัยสำคัญ 3 ส่วน 1.436 มีเลขนัยสำคัญ 4 เมื่อผลลัพธ์เท่ากับ 0.0823 ซึ่งมีเลขนัยสำคัญ 3 จึงใช้ได้

สัญกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Notation)

- ไฮโดรเจนมีอะตอมประมาณ 602,200,000,000,000,000,000,000 อะตอม
- แต่ละอะตอมมีมวล 0.000000000000000000000000166 g

“ สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific Notation)”

$$N \times 10^{n}$$

N เป็นตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9

n เป็นตัวเลขยกกำลัง จะเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม เป็นค่าลบหรือบวกก็ได้

602,200,000,000,000,000,000,000 อะตอม $= 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

0.000000000000000000000000166 g $= 1.66 \times 10^{-24}$ g

สัญกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Notation)

- เมื่อจุดทศนิยมถูกเลื่อนไปทางซ้าย ค่าของ n จะเป็นจำนวนเต็มบวก เช่น $568.762 = 5.68\times10^{2}$
- เมื่อจุดทศนิยมถูกเลื่อนไปทางขวา ค่าของ n จะเป็นจำนวนเต็มลบ เช่น $0.00000772 = 7.72\times10^{-6}$
- ไม่เขียน n=0 เช่น ไม่เขียน 74.6×10^{0} เขียนเป็น 74.6
- ไม่เขียน n=1 เช่น ตัวเลข 74.6 ไม่เขียน 7.46×10^{1} แต่เขียนเป็น 7.46×10

การคำนวณเลขสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

- การบวกและการลบ
  - เขียนเลขแต่ละจำนวนก่อน นั่นคือ N_1 แล ะN_2 ด้วยจำนวนของเลขยกกำลังที่เท่ากัน
  - จากนั้นจึงรวม N_1 และ N_2 เข้าด้วยกัน โดยที่ค่าเลขยกกำลังมีค่าเท่าเดิม

$$(7.4\times10^{3}) + (2.1\times10^{3}) = 9.5\times10^{3}$$

$$(4.31\times10^{4}) + (3.9\times10^{3}) = (4.31\times10^{4}) + (0.39\times10^{4}) = (4.7\times10^{4})$$

$$(2.22\times10^{-2}) - (4.10\times10^{-3}) = (2.22\times10^{-2}) - (0.41\times10^{-2}) = (1.81\times10^{-2})$$

การคำนวณเลขสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

- การคูณ จะต้องคูณค่า N_1 และ N_2 ด้วยวิธีปกติก่อน แล้วรวมเลขยกกำลังเข้าด้วยกัน
- การหาร จะต้องหารค่า N_1และ N_2 ด้วยวิธีปกติก่อน แล้วลบเลขยกกำลังของแต่ละจำนวน

$$(8.0\times10^{4}) \times (5.0\times10^{2}) = (8.0\times5.0)(10^{4+2}) = 40\times10^{6} = 4.0\times10^{7}$$

$$(4.0\times10^{-5}) \times (7.0\times10^{3}) = (4.0\times7.0)(10^{-5+3}) = 28\times10^{-2} = 2.8\times10^{-1}$$

$$(6.9\times10^{7}) / (3.0\times10^{-5}) = (6.9/3.0)(10^{7-(-5)}) = 2.3\times10^{12}$$

$$(8.5\times10^{4}) / (5.0\times10^{9}) = (8.5/5.0)(10^{4-9}) = 1.7\times10^{-5}$$

การปัดเลข

- เลขที่จะตัดทิ้งน้อยกว่า 5 ตัดทิ้งได้เลย เช่น 3.283 ปัดได้เป็น 3.28
- เลขที่จะตัดทิ้งมากกว่า 5 ต้องปัดทบขึ้นมาอีก 1

  เช่น 3.286 ปัดได้เป็น 3.29
- เลขที่จะตัดทิ้งเท่ากับ 5 แบ่งได้ 2 กรณี

  → หน้าเลข 5 เป็นเลขคู่ (รวมเลข 0 ด้วย) ตัดเลข 5 ทิ้งได้เลย

  เช่น 3.285 ปัดได้เป็น 3.28

  → หน้าเลขหน้า เป็นเลขคี่ ปัดขึ้นมาอีก 1

  เช่น 3.275 ปัดได้เป็น 3.28