เอกสารประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ 1

Chapter 1
การวัด ระบบหน่วย

อาจารย์รัตนาภรณ์ สมฤทธิ์
สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1. การวัด (Measurement)

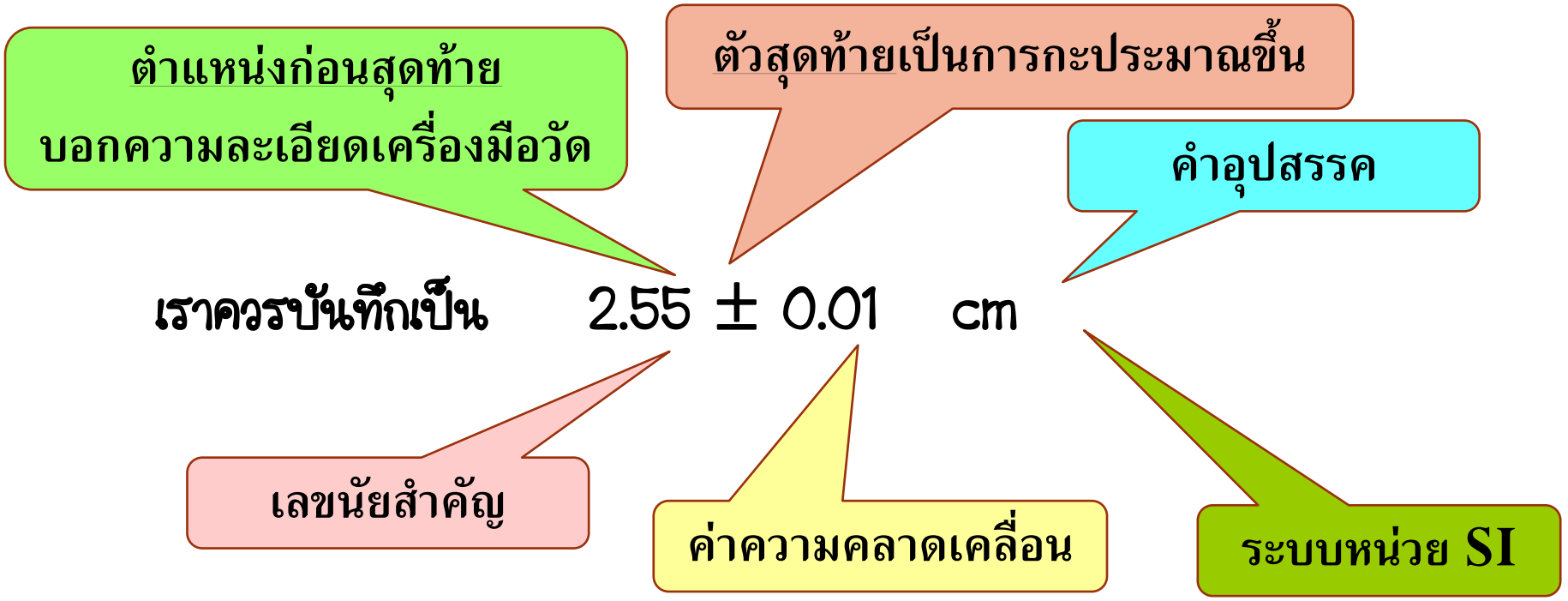
การวัด (Measurement) คือการปฏิบัติการทั้งปวงที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการตัดสินค่าของปริมาณ ผลการวัดจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นปริมาณ (รวมถึงความไม่แน่นอนของปริมาณที่วัดได้) และหน่วยวัด

เครื่องมือวัด หมายถึงอุปกรณ์หรือสิ่งที่จะใช้หาค่าของปริมาณของสิ่งที่ต้องการวัด เช่น วัดความกว้างของโทรศัพท์ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผม

ในการวัดนั้นเราจะต้องใช้เครื่องมือในการวัด ความคลาดเคลื่อนมักจะขึ้นอยู่กับ

1.1 ความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of Measurement)

วัดความหนาของท่อนไม้ได้ 2.5 เซนติเมตรกว่าๆ แต่ไม่ถึง 2.6 เซนติเมตร ดังนั้น จึงควรบันทึก 2.54 หรือ 2.55 หรือ 2.56



2.55 คือปริมาณที่วัดได้ (A) และ ± 0.01 คือค่าความคลาดเคลื่อน ($\pm\Delta A$)

สรุปได้ว่า การบันทึกตัวเลขจึงควรแสดงผลการวัดเป็น $A \pm \Delta A$

1.2 การบันทึกผลการคำนวณตัวเลขที่มีความไม่แน่นอนในการวัด

1. การบวก หรือ **ลบกัน**

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ต้องคิดจากปริมาณ**ความคลาดเคลื่อนจริง มาบวกกันเสมอ**

เช่น 1.1 $(A \pm \Delta A) + (B \pm \Delta B) = (A + B) \pm (\Delta A + \Delta B)$

1.2 $(A \pm \Delta A) - (B \pm \Delta B) = (A - B) \pm (\Delta A + \Delta B)$

2. การคูณ หรือ **หารกัน** หาเปอร์เซ็นต์ (%) ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์จากการคูณหรือหาร โดยนำ**เปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน**ของแต่ละปริมาณ**มาบวกกัน**

$$A \pm \Delta A \rightarrow \frac{\Delta A}{A} \times 100\% \qquad B \pm \Delta B \rightarrow \frac{\Delta B}{B} \times 100\%$$

การบันทึกผลการคำนวณตัวเลขที่มีความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

$$(A\pm\Delta A)\times(B\pm\Delta B) = (A\times B)\pm\left(\frac{\Delta A}{A}\times 100\% + \frac{\Delta B}{B}\times 100\%\right)$$

$$(A\pm\Delta A)\div(B\pm\Delta B) = (A\div B)\pm\left(\frac{\Delta A}{A}\times 100\% + \frac{\Delta B}{B}\times 100\%\right)$$

ตัวอย่างเช่น นายเบิ้ลมีเชือกยาวเท่ากับ 5.2±0.2 cm นำเชือกมาต่อกับเตยที่มีเชือกยาว 3.5 ±0.3 cm จงหาผลรวมของความยาวเชือกทั้งหมด

วิธีทำ $x = 5.2\pm0.2$ และ $y = 3.5 \pm0.3$

แทนค่า $x+y = (5.2+3.5) \pm (0.2+0.3)$

$= 8.7 \pm 0.5$ cm

Ans.

EX จงคำนวณหาความหนาแน่นของโลหะทองแดงที่มีมวล 80.25 ± 0.02 kg และมีปริมาตร 18.02 ± 0.03 m^3

วิธีทำ จากโจทย์ ให้ความหนาแน่น $\rho = \frac{M}{V}$

โจทย์กำหนดให้ $x = 80.25 \pm 0.02$ และ $y = 18.02 \pm 0.03$

แทนค่า จะได้ $$\frac{x}{y} = \frac{80.25}{18.02} \pm \left\{ \frac{0.02}{80.25} \times 100 + \frac{0.03}{18.02} \times 100 \right\} \%$$

$$\rho = 4.45 \pm [0.02 + 0.17]\%$$

ดังนั้น $$\rho = 4.45 \pm 0.008 \, {}^{kg}/_{m^3}$$ *Ans.*

EX เชือกสองเส้นยาว 20.68 ± 0.01 cm และยาว 16.32 ± 0.02 cm อยากทราบว่าเมื่อนำมาต่อกันจะยาวเท่าใด และเชือกสองเส้นนี้มีความยาวต่างกันเท่าใด

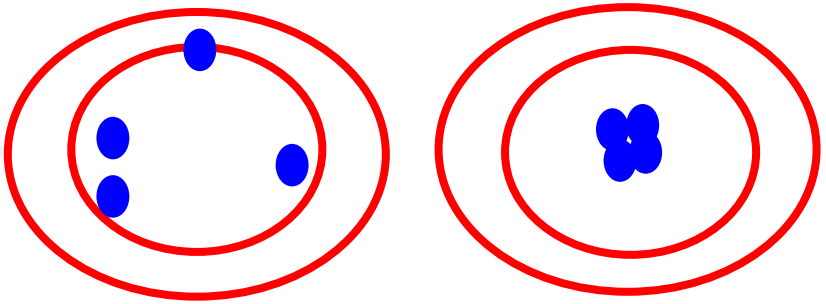
EX แผ่นพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้าง 36.20 ± 0.05 cm และมีด้านยาว 96.45 ± 0.05 cm แผ่นพลาสติกนี้จะมีพื้นที่เป็นเท่าไร

1.3 เลขนัยสำคัญ (Significant figure)

คือ **จำนวนหลักของตัวเลขที่แสดงความเที่ยงตรงของปริมาณที่วัดหรือคำนวณได้**

การวัดความยาวของเส้นลวดวัดได้เป็น 20, 20.1 และ 20.00 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีเลขนัยสำคัญเท่ากับ 2, 3 ตัวและ 4 ตัว ตามลำดับ เป็นต้น

หลักในการหาเลขนัยสำคัญ



(1) ถ้าอยู่ในรูปจำนวนเลขทศนิยมให้เริ่มนับตัวเลขแรกที่เป็นเลขโดด (1 ถึง 9) ตัวเลขถัดไปนับหมดทุกตัว

เช่น 5.02, 10.00 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 3 และ 4 ตัว ตามลำดับ

(2) ถ้าอยู่ในรูป $\mathbf{A \times 10^n}$ เมื่อ $(1 \leq A < 10)$ และ n เป็นเลขจำนวนเต็ม ให้พิจารณาที่ค่า A เท่านั้นโดยใช้หลักเหมือนกับข้อ 1 โดย**ไม่ต้องคำนึงถึง n**

เช่น 1.5×10^9, 1.2×10^{-7}, 5.606×10^{21}, 1.0×10^{-33} มีเลขนัยสำคัญ 2, 2, 4 และ 2 ตัว

(3) ถ้าอยู่ใน**รูปจำนวนเต็มให้นับหมดทุกตัว**

เช่น 16, 125, 5134, 60251 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ **แต่ถ้าเลขตัวท้ายๆ เป็นเลขศูนย์ ต้องจัดให้อยู่ในรูป $\mathbf{A \times 10^n}$** แล้วตอบตามรูปของการวัดเท่าที่เป็นไปได้ โดยมีความหมายเหมือนเดิม

เช่น 15,000 สามารถเขียนได้เป็น

1.5×10^4	มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตัว
1.50×10^4	มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 3 ตัว
1.500×10^4	มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 4 ตัว
1.5000×10^4	มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 5 ตัว

แต่ 1.50000×10^4 จัดไม่ได้ เพราะว่าความหมายผิดจากเดิม คือได้ 15000.0 ซึ่งละเอียดกว่า 15000

ดังนั้น 15000 จึงมีเลขนัยสำคัญ 2 ถึง 5 ตัว

(4) ถ้าเป็นเลขศูนย์

- **ศูนย์ที่อยู่หลังหรือระหว่างตัวเลขอื่น (ไม่ใช่ศูนย์) นับเป็นเลขนัยสำคัญ**
- **ศูนย์ที่อยู่หน้าตัวเลขอื่นไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ** ตัวเลขที่มีนัยสำคัญไม่ขึ้นอยู่กับทศนิยม

EX ตัวเลขที่กำหนดให้มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

0.01	0.0000015	0.082152
2.5×10^5	10,000	0.388×10^5
0502	0.00137	0.000000587
3.40	2.08	0.4008

(5) การปัดกรณีเลข 5

ถ้าเลข**หน้า**เป็นจำนวน**คู่ให้ปัดลง** ถ้าเป็นจำนวน**คี่ให้ปัดขึ้น**

เช่น 4.345 ปัดเป็น ทศนิยม 2 ตำแหน่ง คือ 4.34

แต่ถ้าเป็น 4.335 ปัดเป็น ทศนิยม 2 ตำแหน่ง คือ 4.34

245689.01	ถ้าเขียนเป็นจำนวนเลขนัย 3 ตัว คือ.....
1653.72	ถ้าเขียนเป็นจำนวนเลขนัย 2 ตัว คือ.....
33754.14	ถ้าเขียนเป็นจำนวนเลขนัย 3 ตัว คือ.....
7.555	ถ้าเขียนเป็นจำนวนเลขนัย 2 ตัว คือ.....

การบันทึกตัวเลขจากการคำนวณ

1. การบวกลบเลขนัยสำคัญ โดยบวกลบเลขนัยสำคัญก่อน เมื่อได้ผลลัพธ์ ให้มีจำนวนทศนิยมเท่ากับจำนวนที่**ทศนิยมน้อยที่สุด** เช่น 12.03+152.246+2.7 = 166.976 ผลลัพธ์ คือ 167.0

- 2.134 + 1.5 = ...
- 7.654 – 3.12 = ...

2. การคูณหารเลขนัยสำคัญ โดยคูณหารเลขนัยสำคัญก่อน แล้วพิจารณา ผลลัพธ์ให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับตัวเลขที่**นัยสำคัญน้อยที่สุด**ที่คูณหารกัน เช่น 54.62 x 2.5 = 136.550 = 1.36×10^2 ผลลัพธ์ คือ 1.4×10^2

- 1.2345 x 22.0 = 27.159 = ...
- 3456.0 x 23.1 = 79833.6 = ...

- EX นายดำใช้เครื่องวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญบาทได้ 1.29 เซนติเมตร เขาควรบันทึกค่าพื้นที่หน้าตัดเท่าไร

วิธีทำ

- EX จากสมการ x = A + B โดยที่ค่า A=0.8 หน่วย B=3.06 หน่วย ค่า x ที่คำนวณได้จะมีค่าเท่าไร

วิธีทำ

2. ระบบหน่วย

ระบบหน่วยระหว่างชาติ

ปริมาณทางฟิสิกส์ (Physical Quantity) เป็นปริมาณที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือโดยตรงหรือโดยอ้อม เป็นปริมาณที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ปริมาตร มวล น้ำหนัก ความเร็ว ความดัน แรง กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า อุณหภูมิ เป็นต้น

ปริมาณเหล่านี้จะต้องมี**หน่วย (Unit)** กำกับ จึงจะมีความหมายชัดเจน เช่น ปริมาตร อาจจะมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร ถัง ลิตร

หน่วยสากลที่เรียกว่า **ระบบหน่วยระหว่างชาติ** (International System of Units) เรียกย่อว่า **ระบบเอสไอ (SI Units)** ซึ่งประกอบด้วย

1. หน่วยฐาน (Base Units)
2. หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units)
3. หน่วยเสริม (Supplementary Units)

2.1 หน่วยฐาน (Base Units) เป็นปริมาณหลักของระบบหน่วยระหว่างชาติ มี 7 ปริมาณ

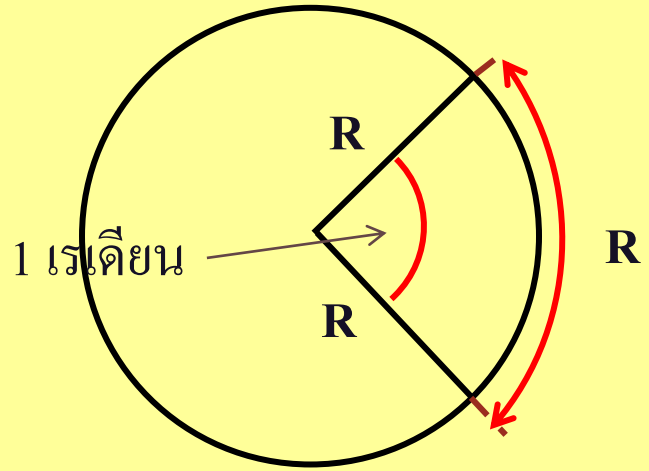
ปริมาณฐาน	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว (length)	เมตร (metre)	m
มวล (mass)	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา (time)	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า (electric current)	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิ (temperature)	เคลวิน (kelvin)	K
ปริมาณของสาร (amount of substance)	โมล (mole)	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง (luminous intensity)	แคนเดลา (candala)	cd

2.2 หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units) เป็นปริมาณที่ได้จากปริมาณฐานตั้งแต่ 2 ปริมาณขึ้นไปมาสัมพันธ์กัน

ปริมาณอนุพัทธ์	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์	เทียบเป็นหน่วยฐาน
ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s	1 m/s
ความเร่ง	เมตรต่อวินาที^{2}	m/s^2	1 m/s^2
แรง	นิวตัน	N	1 N = 1 kg•m/s^2
งาน พลังงาน	จูล	J	1 J = 1 N•m
กำลัง	วัตต์	W	1 W = 1 J/s
ความดัน	พาสคาล	Pa	1 Pa = 1 N/m^2
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz	1 Hz = 1 s^{-1}

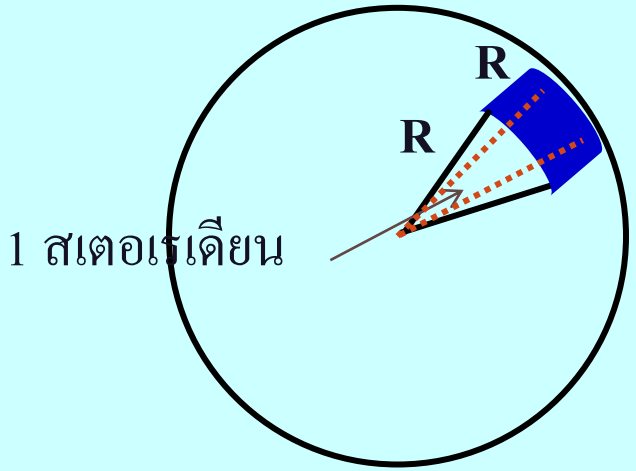
2.3 หน่วยเสริม (Supplementary Units) เป็นหน่วยของมุม

3.1 เรเดียน (radian ; rad)



1 rad คือ มุมที่จุดศูนย์กลางวงกลมที่รองรับความยาวของส่วนโค้งที่มีความยาวของส่วนโค้งเท่ากับรัศมี

3.2 สเตอเรเดียน (sterradian ; sr)



1 sr คือ มุมที่จุดศูนย์กลางวงกลมที่รองรับพื้นที่ผิวโค้งสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านเท่ากับรัศมี

คำอุปสรรค (prefix)

คือ คำที่ใช้เติม**หน้า**หน่วย SI เพื่อทำให้หน่วย SI **ใหญ่ขึ้น**หรือ**เล็กลง**

ตัวพหุคูณ	ชื่อ	สัญลักษณ์
10^{18}	เอกซะ (exa)	E
10^{15}	เพตะ (peta)	P
10^{12}	เทระ (tera)	T
10^{9}	จิกะ (giga)	G
10^{6}	เมกกะ (mega)	M
10^{3}	กิโล (kilo)	k
10^{2}	เฮกโต (hecto)	h
10^{1}	เดคา (deca)	da

ตัวพหุคูณ	ชื่อ	สัญลักษณ์
10^{-1}	เดซิ (deci)	d
10^{-2}	เซนติ (centi)	c
10^{-3}	มิลลิ (milli)	m
10^{-6}	ไมโคร (micro)	μ
10^{-9}	นาโน (nano)	n
10^{-12}	พิโก (pico)	p
10^{-15}	เฟมโต (femto)	f
10^{-18}	อัตโต (atto)	a

การเปลี่ยนหน่วย

$$\text{ผลลัพธ์} = \text{ตัวเลข} \times \frac{\text{คำอุปสรรคเดิม}}{\text{คำอุปสรรคใหม่}}$$

EX จงเปลี่ยนหน่วยจาก 25 กิโลเมตร ให้มีหน่วยเป็น เมตร

EX จงเปลี่ยนหน่วยจาก 20 mg ให้มีหน่วยเป็น kg

จงแสดงวิธีการเปลี่ยนหน่วย

1. ความยาว 35 km ให้มีหน่วยเป็น cm

2. มวล 0.00456 เมกะกรัม ให้มีหน่วยเป็น ไมโครกรัม

3. จงเปลี่ยนหน่วยจาก 2.5 kW/m^2 ให้มีหน่วยเป็น nW/cm^2

4. จงเปลี่ยนหน่วยจาก 7 kg/cm^3 ให้มีหน่วยเป็น $\mu g/m^3$

5. จงเปลี่ยนหน่วยจาก 9 N/cm^2 ให้มีหน่วยเป็น N/mm^2

6. จงเปลี่ยนหน่วยจาก 36 km/h ให้มีหน่วยเป็น m/s

Assignment 1

1) จงเขียนจำนวนต่อไปนี้เป็นแบบสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

ก) 0.000624 ข) 0.0000000409 ค) 311000000

ง) 16.2 จ) 0.005930 ฉ) 6170

2) จงเปลี่ยนจำนวนแบบสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ต่อไปนี้เป็นแบบปกติ

(ก) 6.23×10^{5} (ข) 1.50×10^{-3} (ค) 4.53×10^{-4}

3) กำหนดอัตราเร็วของแสงเท่ากับ 3.00×10^{8} m/s จงหาว่า1 ปีแสงเท่ากับกี่เพตะเมตร

4) ต้องการปูพรมห้อง ๆหนึ่งซึ่งมีด้านยาว 12.71 m และด้านกว้าง 3.46 m จงหาพื้นที่ของพรมที่ใช้ปูห้องนี้ ตอบตามเลขนัยสำคัญ

5) อัตราเร็วของเสียงในอากาศ =331 m/s ที่ 0 องศาเซลเซียส จงเปลี่ยนหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

6) จำนวนต่อไปนี้มีเลขนัยสำคัญเท่าใด

(ก) 8.9 (ข) 0.0053 (ค) 2.46×10^{-6} (ง) 3.788×10^{9}

7) ปริมาตร 15 ลูกบาศก์เมตรมีค่าเท่าไรในหน่วยลูกบาศก์มิลลิเมตร

8) วัสดุมีความยาว 0.000000007 m มีค่าเท่าไรในหน่วย nm

9) ความยาว 5 nm มีค่าเท่าไรในหน่วย fm

10) กระแสไฟฟ้า 1.5×10^{-5} แอมแปร์ มีหน่วยเท่าไรในหน่วยมิลลิแอมแปร์

11) 3 วัน มีค่าเท่ากับกี่วินาที

12) ระดับความเข้มเสียง 120 เดซิเบล มีค่าเท่ากับกี่จิกะเบล

13) อิเล็กตรอนมีมวล 9.1×10^{-31} กิโลกรัม มีค่าเท่าไรในหน่วยพิโคกรัม

14) พื้นที่ 35 ตารางมิลลิเมตร มีค่าเท่าไรในหน่วยตารางเซนติเมตร

15) ทองมีความหนาแน่น 19,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรมีค่าเท่าไรในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร