CHAPTER 1

Measurement **(측정)**

국제단위계
SI system (International System of Units, 미터법)

기본물리량: 길이, 시간, 질량, 몰, 전류, 온도, 빛의 세기

Table 1-1

Units for Three SI Base Quantities

Quantity	Unit Name	Unit Symbol
Length	meter	m
Time	second	s
Mass	kilogram	kg

Table 1-2

Prefixes for SI Units

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

[a]The most frequently used prefixes are shown in bold type.

Scientific notation uses the power of 10.

Example:

3 560 000 000 m = 3.56 x 10^{9}m.

Sometimes special names are used to describe very large or very small quantities (as shown in Table 1-2).

For example,

2.35 x 10^{-9} = 2.35 nanoseconds (ns)

단위환산

$$\frac{1\,\mathrm{min}}{60\mathrm{s}} = 1 = \frac{60\,\mathrm{s}}{1\,\mathrm{min}},$$

$$2\,\mathrm{min} = (2\,\mathrm{min}) \times (1) = (2\,\mathrm{min}) \times \left(\frac{60\,\mathrm{s}}{1\,\mathrm{min}}\right) = 120\,\mathrm{s}$$

$$90\mathrm{s} = (90\mathrm{s}) \times (1) = (90\mathrm{s}) \times \left(\frac{1\,\mathrm{min}}{60\mathrm{s}}\right) = 1.5\mathrm{min}$$

1 m의 정의

1792: 북극에서 적도까지 거리의 1천만 분의 1

1889: 국제 미터 표준기에 표시된 미세한 두 선 사이의 길이.

1960: Kr-86 원자에서 방출되는 특정한 주황색 빛의 1 650 763.73 파장

1983: 빛이 1/299 792 458초 동안 진공에서 진행하는 거리.
(빛의 속도 c = 299 792 458 m/s)

Some examples of lengths

Table 1-3

Some Approximate Lengths

Measurement	Length in Meters
Distance to the first galaxies formed	2×10^{26}
Distance to the Andromeda galaxy	2×10^{22}
Distance to the nearby star Proxima Centauri	4×10^{16}
Distance to Pluto	6×10^{12}
Radius of Earth	6×10^{6}
Height of Mt. Everest	9×10^{3}
Thickness of this page	1×10^{-4}
Length of a typical virus	1×10^{-8}
Radius of a hydrogen atom	5×10^{-11}
Radius of a proton	1×10^{-15}

1967: Cs-133에서 방출되는 빛이

9 192 631 770 번 진동하는 시간 = 1초

미국 콜로라도주 Boulder의 National Institute of Standards and Technology (NIST)에 있는 원자시계가 표준 → 각국의 원자시계를 여기에 맞추어 사용.

Table 1-4

Some Approximate Time Intervals

Measurement	Time Interval in Seconds
Lifetime of the proton (predicted)	3×10^{40}
Age of the universe	5×10^{17}
Age of the pyramid of Cheops	1×10^{11}
Human life expectancy	2×10^{9}
Length of a day	9×10^{4}
Time between human heartbeats	8×10^{-1}
Lifetime of the muon	2×10^{-6}
Shortest lab light pulse	1×10^{-16}
Lifetime of the most unstable particle	1×10^{-23}
The Planck time[a]	1×10^{-43}

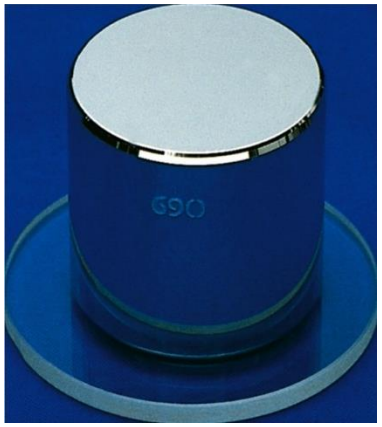
[a]This is the earliest time after the big bang at which the laws of physics as we know them can be applied.

2005년 노벨상: John Hall & Theodor Hänsch

2016년 현재의 정확도: **~1.7×10^{-16}**

시간측정 정확도 기록: **~2.5×10^{-19}**

(1889~2019) 프랑스 파리 근교의 International Bureau of Weights and Measures 에 보관된 1 kg 원기가 기준.



(2019.5~) 플랑크상수를 기준

$$h \equiv 6.62607015 \times 10^{-34}\ \mathrm{kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}}$$

$$1\ \mathrm{kg} = \frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34} \cdot \mathrm{m^2} \cdot \mathrm{s^{-1}}}$$

Carbon-12 원자의 질량을 1 u로 정의

$$1u = 1.66053886 x 10^{-27}\ kg$$

Table 1-5

Some Approximate Masses

Object	Mass in Kilograms
Known universe	1×10^{53}
Our galaxy	2×10^{41}
Sun	2×10^{30}
Moon	7×10^{22}
Asteroid Eros	5×10^{15}
Small mountain	1×10^{12}
Ocean liner	7×10^{7}
Elephant	5×10^{3}
Grape	3×10^{-3}
Speck of dust	7×10^{-10}
Penicillin molecule	5×10^{-17}
Uranium atom	4×10^{-25}
Proton	2×10^{-27}
Electron	9×10^{-31}

$$v = \frac{d}{t} = \frac{123\ \text{m}}{7.89\ \text{s}} = 15.5893536\ \text{m/s} \cong 15.6\ \text{m/s}$$