



1주차 우주의 중심은 있는가?

2교시 길이와 스케일

- 수소원자의 크기 :  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$
- 지구의 반지름 :  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$

1. 측정
2. 표준 : 측정의 기준
3. 미터계 : 현재 전 세계에서 사용하는 표준 단위계
4. 한국의 표준관리 : [한국표준과학연구원](http://www.kriss.re.kr) (www.kriss.re.kr)

# 1) 과학적 측정

- ✎ 과학 발전은 자연 현상에 대한 측정(measurement)을 바탕으로 발전하였다.
- ✎ 또한 이러한 측정은 재현성(reproducibility)이 있어야만 객관적인 사실로 인정한다.

## 2) 정확도와 정밀도

- ✎ 과학에서 정확도(accuracy)와 정밀도(precision)는 다른 의미를 갖는다.
- 정확도는 측정값이 표준값(참값)에 어느 정도 근접해 있는지를 나타낸다.
- 정밀도는 참값에 관계없이 측정치의 오차 정도를 나타낸다.
- 정밀도의 예로 어떤 사람의 체온을 10회 측정하였더니, 36.1, 36.0, 36.1, 36.2, 36.4, 36.0, 36.3, 36.3, 36.4, 36.2 로 측정되었다.
- 정상인의 체온은 37°C이다. 이 측정의 정밀도는 평균치 36.2 에 비해서  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 의 오차가 있다.

정확도	측정값이 참값에 근접한 정도
정밀도	측정치의 오차 (측정 장치의 정밀도에 의존한다.)



# 1. 표준 접두사

## 국제표준 접두사

접두사	기호	크기
yotta	<b>Y</b>	$10^{24}$
zetta	<b>Z</b>	$10^{21}$
exa	<b>E</b>	$10^{18}$
peta	<b>P</b>	$10^{15}$
tera	<b>T</b>	$10^{12}$
giga	<b>G</b>	$10^9$
mega	<b>M</b>	$10^6$
kilo	<b>K</b>	$10^3$
hecto	<b>H</b>	$10^2$
deca	<b>D</b>	$10^1$
-		1

접두사	기호	크기
deci	<b>d</b>	$10^{-1}$
centi	<b>c</b>	$10^{-2}$
mili	<b>m</b>	$10^{-3}$
micro	<b>μ</b>	$10^{-6}$
nano	<b>n</b>	$10^{-9}$
pico	<b>p</b>	$10^{-12}$
femto	<b>f</b>	$10^{-15}$
atto	<b>a</b>	$10^{-18}$
zepto	<b>z</b>	$10^{-21}$
yocto	<b>y</b>	$10^{-24}$

- 접두사 사용 예: 인류가 지금까지 생성한 데이터의 양은 약 30ZB이고 2025년에 163ZB로 늘어날 것이다. 여기서 ZB는  $10^{21}$ B 를 의미한다. 컴퓨터에서 영어문자 하나는 (    )B로 저장함으로 1ZB는 영어 문자  $5 \times 10^{20}$ 개를 의미한다.

# 1. 표준 접두사

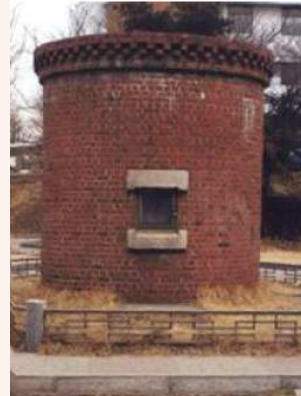
7개의 국제기본단위

물리량	단위	기호
길이	미터	m
질량	킬로그램	kg
시간	초	s
전류	암페어	A
온도	켈빈	K
물질량	몰	mol
광도	칸델라	cd

- 측정을 하기 위해서는 기준이 필요하다.



- 광화문 사거리에 있는 도로원점
- 도로의 거리를 재는 기준점



- 인하대학교 교정에 위치한 수준원점
- 해발고도를 잴 때 기준점
- 우리학교 어디에 있을까요? 찾아보세요



## 2. 기본단위

### 단위의 제정

년도	기관	내용
1889	CGPM	m 원기, kg 원기 도입, s 도입
1901	CIPM	전기에 사용되는 단위인 (ohm, V, A)와 역학단위인 (m, kg, s)를 서로 결합시킴
1946	CIPM	m, kg, s, A를 기본 단위로 정함
1971	CGPM	M, kg, s, A, K ( kelvin ) , cd (candela), mole 기본단위 지정

- SI 단위계: 프랑스어 '**SI(Le Systeme Intenational d' Unites)**'
- **1874 – cgs 단위계 도입**
- **1875 – 17개 국이 미터협약(Meter Convention) 체결**
- BAAS(British Association for the Advancement of Science)
- ICE(International Electrotechnical Commission)
- CGPM(국제도량형총회, General conference on weights and measures)
- CIPM(국제도량형위원회, Comité international des poids et mesures(프), International committee for weights and measures)

#### 우리나라 척관법

1치 = 3.030cm

1척(=1자) = 30.30cm

1보=6자=1.82m

### 3. 시대에 따른 1m의 정의

✎ 1m의 정의는 아래와 같이 시대에 따라 변하였다.

프랑스 혁명기

적도로부터 프랑스 파리를 거쳐 북극에 이르는 거리(자오선 길이)의 1,000만분의 1  
(1m에 대한 최초의 정의)

1889

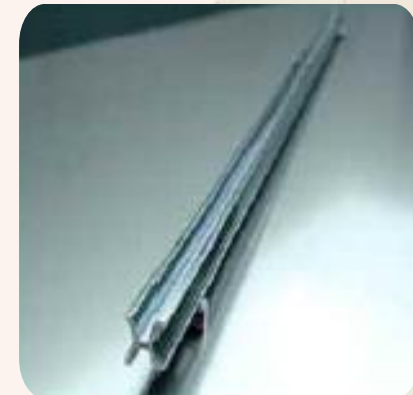
최초의 미터 원기 제작  
얼음의 녹는점에서 백금-이리듐 합금으로 만든 막대 위의 두 선 사이의 거리

1960

1m를 크립톤(kr) 86 동위원소에서 방출되는  
빨강 주황색 빛의 1,650,763.73 파장의 길이로 정의한다.

1983

1m를 ( )이 진공 중에서 299,792,458분의 1초 동안 이동한 거리로  
정의한다.



“1983년에 정의한 1m는 왜 빛의 속력을 이용하였을까?”



## 4. 생활에서 만나는 다양한 길이

보통 사람의 키는 2m를 넘지 않는다. 맨 눈으로 볼 수 있는 가장 작은 물체의 크기는 기껏해야 0.1mm 정도이다.  
지구의 반지름은 약6,400km이지만, 지표면에서 가장 높은 산인 에베레스트는 약8,000m 에 지나지 않는다.



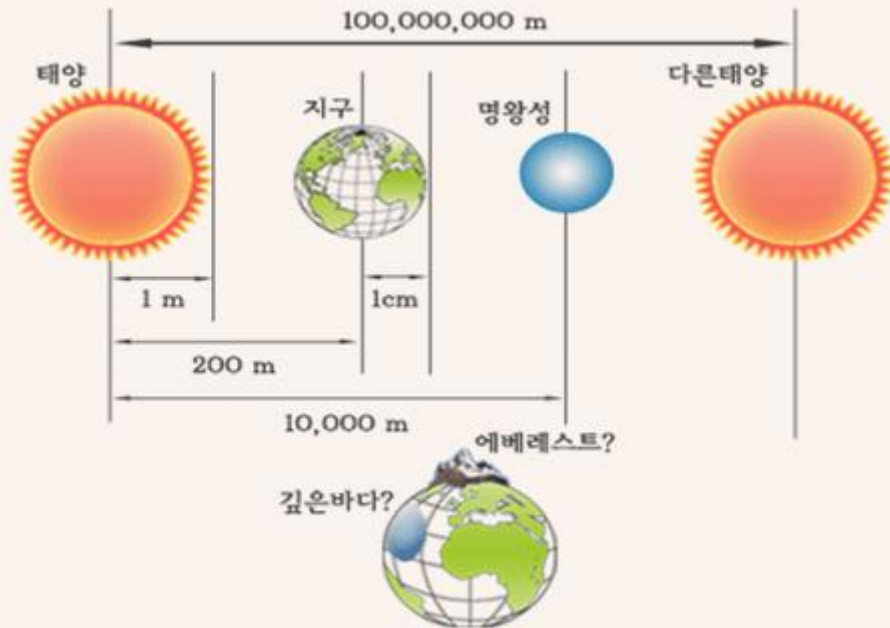


## 4. 생활에서 만나는 다양한 길이

자연 현상	거리
지금까지 발견한 가장 먼 퀘이서까지의 거리	$10^{26}\text{m}$
가장 가까운 대은하까지의 거리	$2 \times 10^{22}\text{m}$
은하계(milky way)까지의 거리	$8 \times 10^{20}\text{m}$
가장 가까운 항성까지의 거리	$4 \times 10^{16}\text{m}$
명왕성 공전 궤도의 반지름	$6 \times 10^{12}\text{m}$
지구 공전 궤도의 반지름	$1.5 \times 10^{11}\text{m}$
지구의 직경	$1.3 \times 10^7\text{m}$
가장 깊은 해구인 Marianas 해구의 깊이	$1.1 \times 10^4\text{m}$
시카고의 Sears 타워의 높이	$4.4 \times 10^2\text{m}$
사람의 키	$2\text{m}$
육안으로 볼 수 있는 가장 작은 물체의 크기	$10^{-4}\text{m}$
적혈구의 직경	$8 \times 10^{-6}\text{m}$
바이러스의 직경	$1 \times 10^{-7}\text{m}$
원자의 직경	$1 \times 10^{-10}\text{m}$
양성자의 직경	$2 \times 10^{-15}\text{m}$

## 4. 생활에서 만나는 다양한 길이

✎ 태양의 크기를 1m로 비유했을 때 태양계의 크기



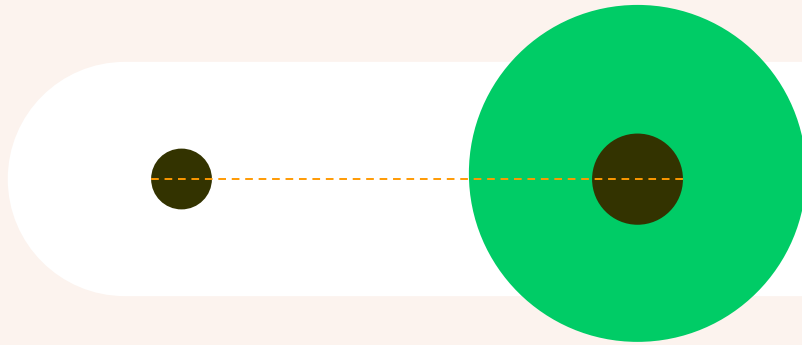
태양의 반지름은 약  $6.96 \times 10^8 \text{m}$ 이다.

태양의 반지름을 1m인 공에 비유했을 때, 다른 물체의 크기를 비교해보자. 지구의 반지름은 약 1cm인 공에 비유되고, 그림과 같이 지구와 태양 사이의 거리는 약 200m에 해당한다.

태양계의 가장 먼 행성인 명왕성과 태양 사이의 거리는 약 10,000m에 해당한다. 태양과 가장 가까운 행성까지의 거리는 약 100,000km 떨어져 있다.

## 4. 생활에서 만나는 다양한 길이

✎ 원자핵의 지름과 원자의 지름



원자핵을 지름 1m인 공으로 생각하면,  
원자의 크기는 약 100,000m에 해당

원자핵

지름 : 약  $10^{-15}\text{m}$

원자

지름 : 약  $10^{-10}\text{m}$

## 5. 미터계와 영국단위계

✎ 미터 단위계는 매우 편리하여 국제표준으로 통용되고 있다.

그러나 영국이나 미국을 여행 하다 보면 미터법을 쓰지 않고 있음을 볼 수 있다.  
특히, 미국에서 영국단위계를 고집하는 경향이 뚜렷하다.

mile이란 말은 1000을 나타내는 라틴어 mile에서 비롯되었다.

원래 1mile은 로마병사가 1000걸음 걸은 거리를 뜻하며 대개 한 걸음은 5feet에 해당하므로  
로마식 1mile은 5000feet이다.

1 mile = 5280 ft



한 걸음 = 5 feet



## 5. 미터계와 영국단위계

후에, 영국에서 농지를 표준 밭고랑(furrow)의 길이를 나타내는 울타리로 표시하였는데, 이 길이를 furrow-long, 줄여서 furlong이라 부르게 되었다.

**1 furlong = 오늘날 220 yard**

한편 로마로부터 mile을 받아들인 영국인은 로마식 1mile이 7 내지 8 furlong이라는 것을 알았다. 영국인은 furlong을 표준길일로 삼았고, 로마식 1mile의 길이를 좀 늘려서 정확히 8 furlong으로 삼은 것이 오늘날 1mile이다.  
따라서,

**1 mile = 1760 yard or 5280 feet = 1.609 km**

### 예제 1)

지구에는 높은 산과 깊은 계곡이 있지만 지구를 표면이 거친 공으로 생각할 수 있는가?

### 풀이)

땅 위의 사람에게 지구표면은 매우 울퉁불퉁하고 거칠어 보인다. 그러나 비행기를 타고 지상을 내려다 보면 거친 정도를 파악하기 어렵다. 지구의 표면은 확실히 거칠어 보이지만 지구 반지름에 비해서 어떠한가?

지구에서 가장 높은 산은 해발 8.9km인 에베레스트 산이다. 이를 지구 반지름의 비로 나타내보자.

$$\frac{\text{에베레스트 산의 높이}}{\text{지구의 반지름}} \times 100 = \frac{8.9 \times 10^3 \text{m}}{6.4 \times 10^6 \text{m}} \times 100 = 0.14\%$$

이 비율의 의미를 알아보기 위해서 지구를 반지름 12cm인 농구공으로 생각해보자.

농구공 표면에서 에베레스트 산의 높이는,

$$\text{농구공 표면에서 높이} = (0.14\%) (\text{농구공의 반지름}) = (0.14\%) (12\text{cm}) = 0.17\text{mm}$$



즉, 지구표면의 에베레스트 산은 농구공 표면의 0.17mm의 조그만 흠집에 불과하다. 농구공을 매끄러운 구라 하면 지구도 역시 매끄러운 구일 것이다. 즉, 지구의 입장에서 보면 지표면의 산이나 협곡은 조그만 흠집에 불과하다. 실제로 지구는 자전을 하기 때문에 적도 부분이 부풀어 올라 있으므로 완전한 구는 아니다.

### ! 직접 한번 풀어보세요!

- Q1. 영국단위와 미터법 사이의 변환관계를 조사하시오.
- Q2. 우리나라 길이 단위를 조사하고 미터법과의 관계를 조사하시오.

지금까지 생활 속 다양한 길이에 대해 알아보았다.  
다음시간에는 시간의 상대성에 대해서 살펴본다.