

알림

본 슬라이드에 사용된 그림 중 손으로 그린 것을
제외하고 출처가 특별히 표시되지 않은 것은
주로 위키백과(www.wikipedia.org)에서
가져옴

△장: 물리로의 초대



1. 물리학이란?
2. 표준과 측정
3. 물리량의 차원

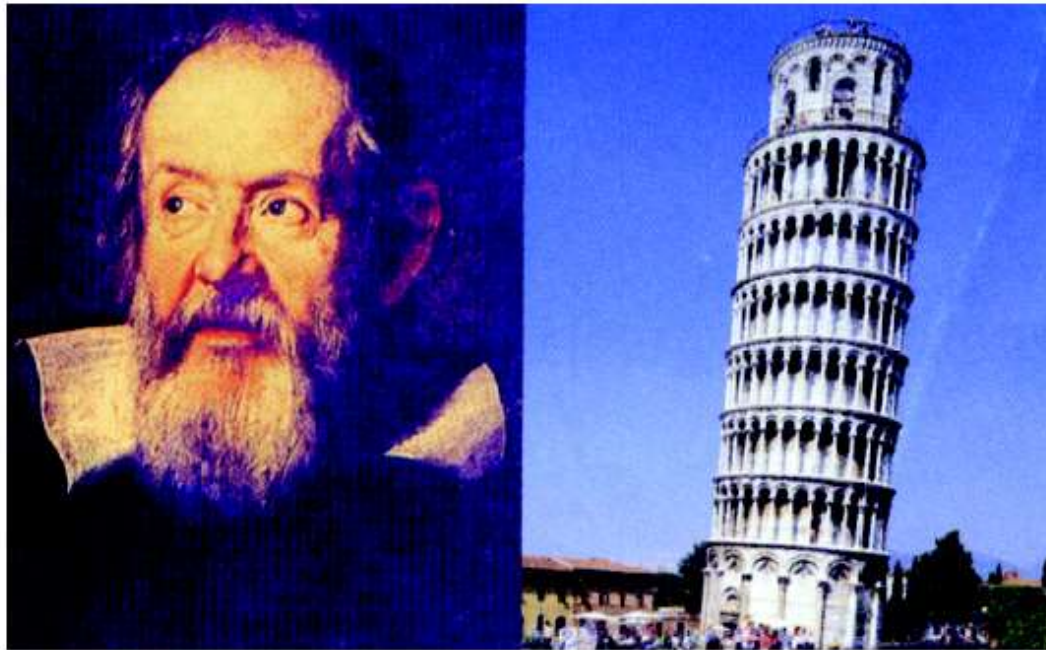
우주의 시작과 끝

- ◆ 우주는 어떻게 시작해서 어디로 가고 있을까?
- ◆ 우주는 팽창할까 수축할까?
- ◆ 물질의 근원은 무엇이며 이들은 어떻게 변할까?
- ◆ 생명의 근원은?



물리학의 출발

- ◆ 서양과학에 있어서 물리학의 출발점은 케플러, 갈릴레이, 뉴턴 등이 활약했던 17세기 정도이다.



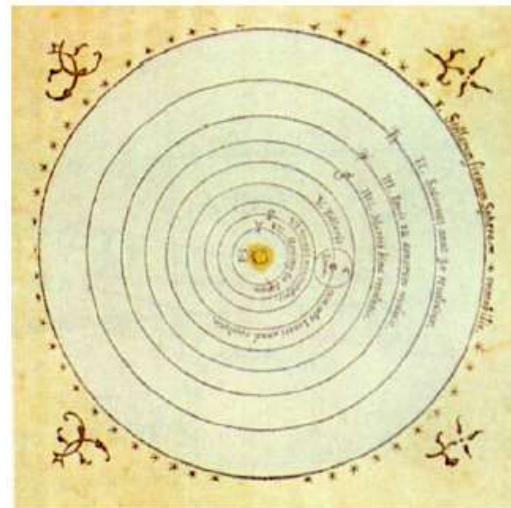
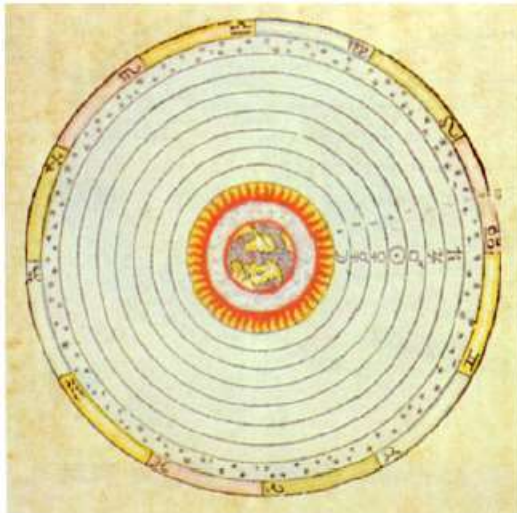
물리학의 출발

- ◆ 같은 시기 동양에서도 고도의 물리학 기술을 지니고 있었다.
- ◆ 특히 15세기 세종 시대의 천체 관측 기술은 서양을 앞선 것으로 보인다.



물리학의 출발

- ◆ 서양에서의 천체 관측 기술은 지구를 중심으로 천체가 움직인다는 천동설이 지배적이었다.
- ◆ 코페르니쿠스는 이에 대항하여 태양 중심의 행성 운동을 주창하였다.



물리학의 출발

- ◆ 브라헤와 그의 조수인 케플러는 천체운동에 대한 치밀하고 방대한 자료를 통해서 지동설을 뒷받침하였다.



브라헤



케플러

물리학의 출발

- ◆ 티코 브라헤(덴마크, 1546-1601)는 프리드리히 2세의 도움으로 호벤섬에서 약 20년 이상 천체의 움직임을 관찰하고 화성 등의 운동 궤도를 기록하였다.



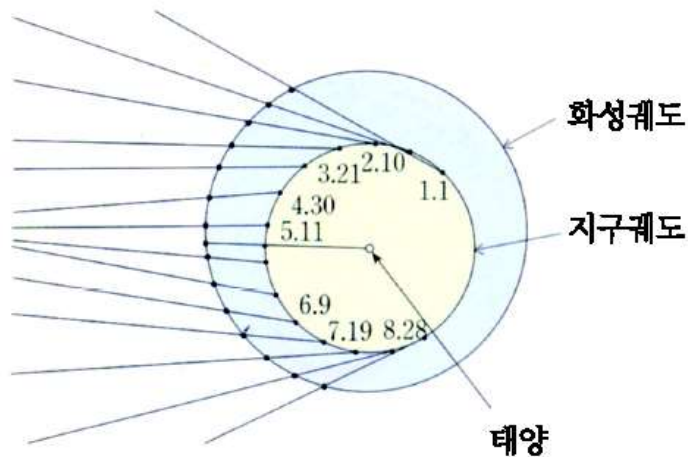
물리학의 출발

- ◆ 브라헤는 지름 6 m 정도의 천체 관측구를 이용하여 맨 눈으로 별의 움직임을 관측하였다.



물리학의 출발

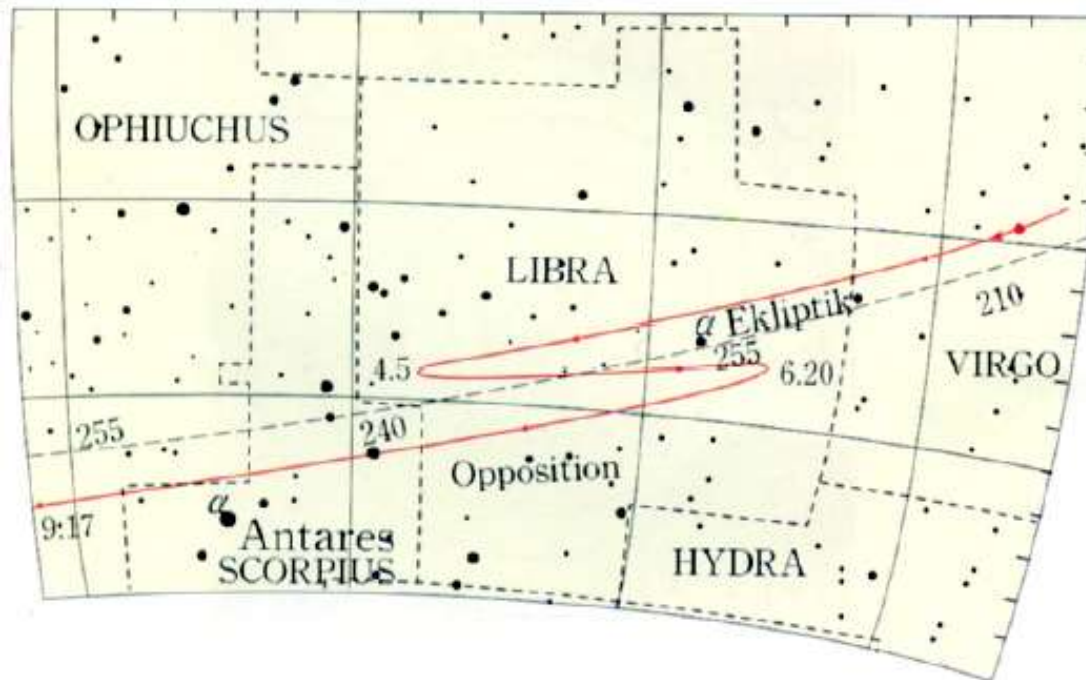
- ◆ 케플러(1571-1630)는 브라헤의 관측을 기반으로 화성이 타원궤도로 움직인다는 것을 알아내었다.



지구에서 관측하는 화성의 위치

물리학의 출발

- ◆ 케플러의 화성궤도에 대한 관측은 이론과 측정이 결합된 물리학이라는 실험과학의 출발점이다.



물리학의 출발

- ◆ 갈릴레오 갈릴레이(1564-1642)는 망원경을 이용하여 천체 관측에 대한 정밀도를 높였다.
- ◆ 특히 목성 주위를 돌고 있는 4 개의 달을 관측함으로써 천동설의 오류를 직접적으로 밝혀냈다.

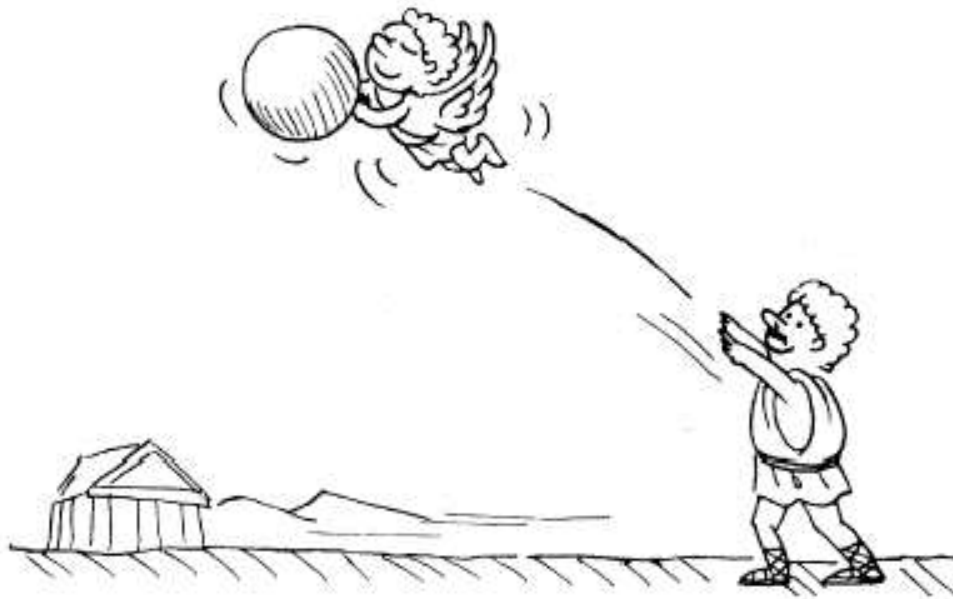
물리학의 출발

- ◆ 갈릴레이는 천체 관측뿐만 아니라 물체의 운동을 이해하는데 근본적인 공헌을 하였다.
- ◆ 자유 낙하하는 물체가 받는 가속도를 측정하기 위해서 경사면을 이용하였다.
- ◆ 관성의 개념을 최초로 도입하였다.



물리학의 출발

- ◆ 갈릴레이의 운동에 관한 관측과 생각은 뉴턴에게 계승되어 고전역학의 완성을 가져왔다.

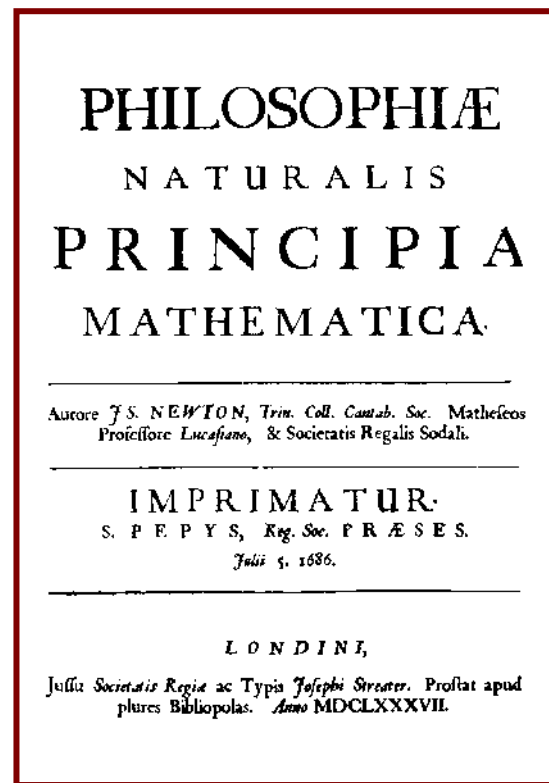


물리학의 출발

◆ 뉴턴(1643-1727)의 프린키피아.



운동법칙의 집대성 (1687)



물리학의 출발

- ◆ 생각해 보기: 갈릴레이는 경사면에 공을 굴리는 방법으로 공이 낙하하는 길이가 시간의 제곱에 비례한다는 것을 알아내었다. 이 방법은 피사의 사탑에서 물체를 직접 자유 낙하하는 방법에 비해 어떤 장점이 있을까?

물리학의 출발

◆ 크기와 물리법칙

우주의 크기: $\sim 10^{27}$ m

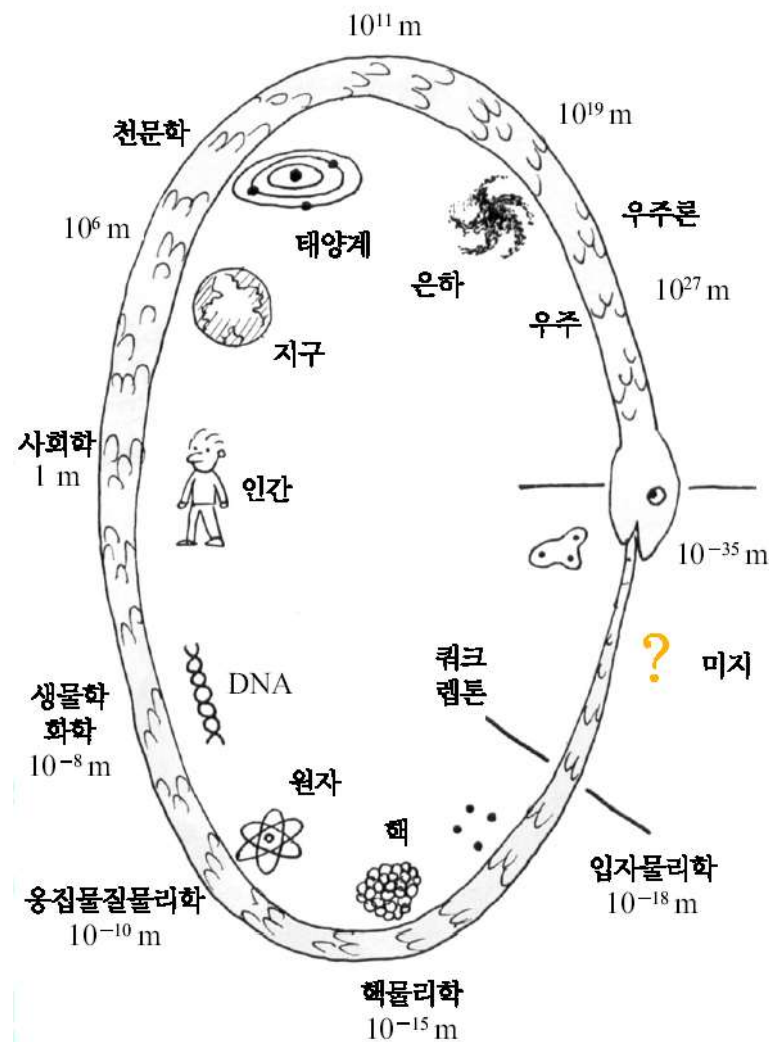
지구에서 안드로메다까지의 거리: $\sim 10^{22}$ m

지구에서 태양까지의 거리: $\sim 10^{11}$ m

태양의 반지름: $\sim 10^8$ m

지구에서 달까지의 거리: $\sim 10^8$ m

지구의 반지름: $\sim 10^6$ m



지배하는 힘: 중력

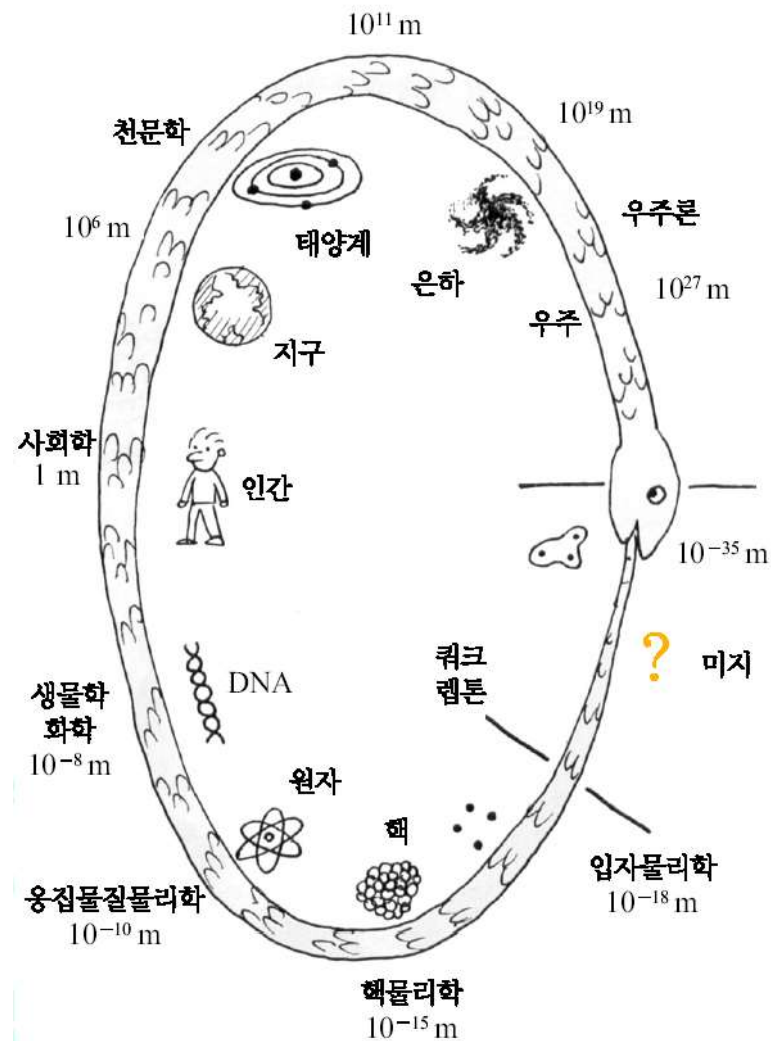
물리학의 출발

◆ 크기와 물리법칙

동물의 크기: $\sim 1 \text{ m}$

세포의 거리: $\sim 10^{-2} \text{ m}$

지배하는 힘: 전자기력



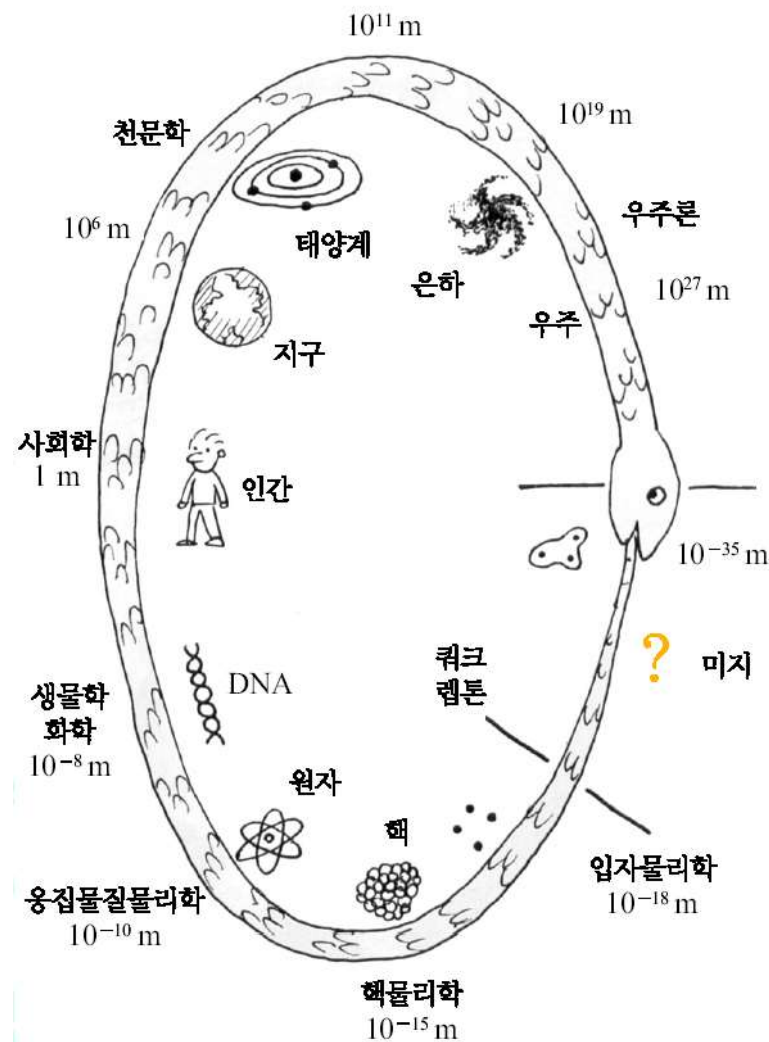
물리학의 출발

◆ 크기와 물리법칙

수소원자의 반지름: $\sim 10^{-10}$ m

양성자의 반지름: $\sim 10^{-15}$ m

지배하는 힘: 핵력 (강력, 약력)



길이, 질량, 시간의 표준

SI 단위 : 길이, 질량, 시간의 단위로서 미터, 킬로그램, 초를 사용

1m = 적도와 북극 사이를 천만번 나눈 거리

1 kg = 백금, 이리듐 합금 질량 원기

1 sec = 평균태양일 (86400 sec) / 86400

1m = 빛이 진공 속에서 1/299,792,458초 동안 진행한 거리

* 탄소(^{12}C)의 질량 = 12u

1 sec = 세슘(^{133}Cs) 원자로부터 방출되는 빛이 9,192,631,700 번 진동하는 시간

측정 단위의 사용

SI 단위 : 길이, 질량, 시간의 단위로서 미터, 킬로그램, 초를 사용

SI (MKS): International System of Units

길이: meter (m)

질량: kilogram (kg)

시간: second (s)

CGS 단위 : 길이, 질량, 시간의 단위로서 센티미터, 그램, 초를 사용

CGS

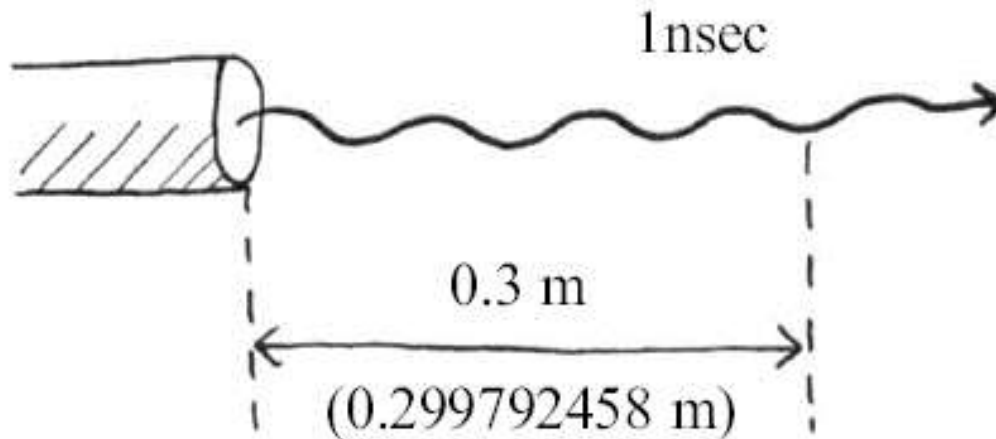
길이: centimeter (cm)

질량: gram (g)

시간: second (s)

길이의 표준

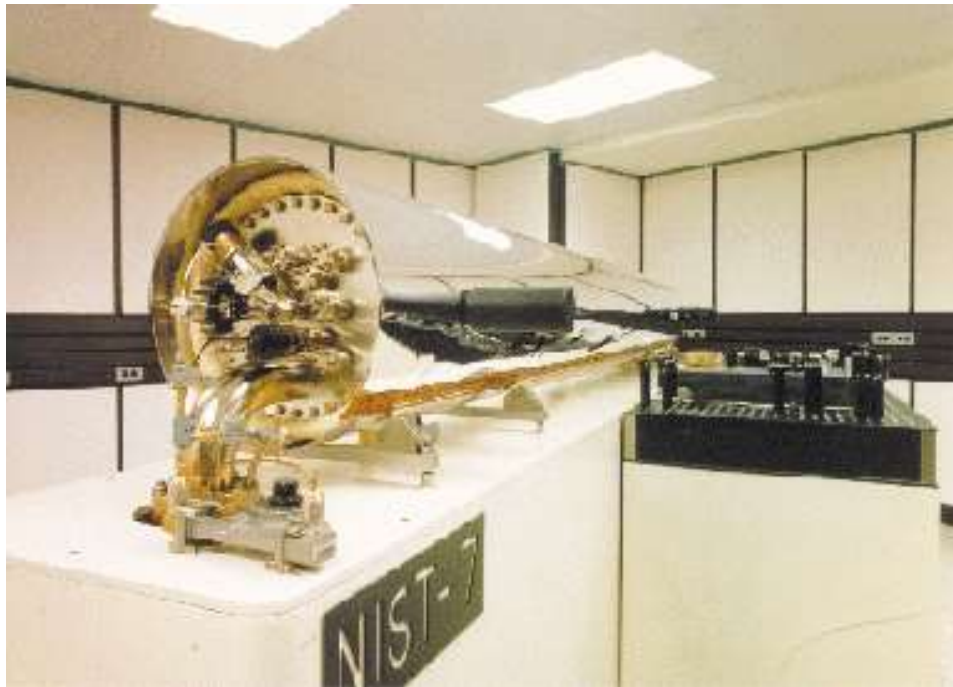
1m = 적도와 북극 사이를 천만번 나눈 거리



1m = 빛이 진공에서
1/299,792,458 초 동안 진행한 거리

시간의 표준

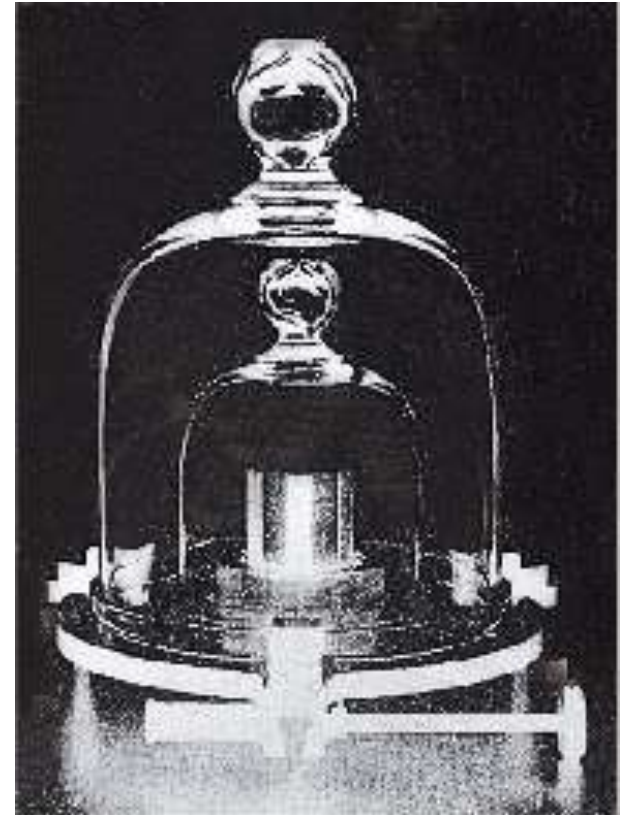
86,400초 = 평균태양일



1초 = 세슘 ^{133}Cs 원자가 방출하는 빛이
9,192,631,700 번 진동하는 시간

질량의 표준

1Kg = 프랑스의 국제도량형국에 보관되어 있는
백금-이리듐 합금 국제 킬로그램 원기의 질량



원자단위의 질량: $12u = \text{탄소 } 12 (^{12}\text{C})\text{의 질량}$

그 밖의 표준

- ◆ 저항
- ◆ 전기 플러그

표준과 측정

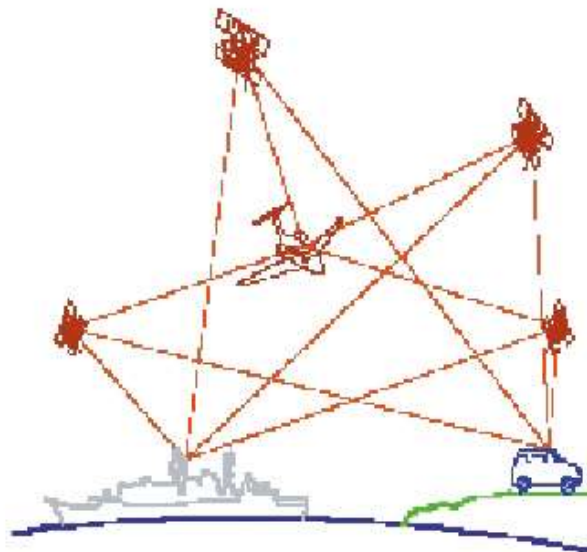
- ◆ 생각해 보기: 빛이 진행하는 거리를 15 m 이내의 오차로 측정하기 위해 허용되는 시간의 오차는?

시간과 길이의 초정밀 표준의 중요성

- ◆ 왜 표준이 필요할까?
- ◆ 각 나라에서는 표준을 관리하고 더 나은 표준을 만들기 위해 많은 노력을 기울이고 있다.
- ◆ 우리나라의 경우 1975년에 한국표준과학연구원을 설립하여 국가 측정 표준 확립 및 보급과 표준과학기술에 대한 연구개발을 지속적으로 수행하고 있다.

GPS (Global Positioning System)

- ◆ GPS는 인공위성을 이용한 위치추적시스템이다.
- ◆ 지구상의 위치를 수 미터 이내의 정밀도로 알아 낸다.
- ◆ 약 20000 km 상공의 궤도에서 2007년 현재 약 30 개의 위성이 12 시간의 주기로 돌고 있다.
- ◆ 위치를 알기 위해서는 4 개 이상의 GPS 위성으로부터 마이크로파에 해당되는 1.2 GHz의 전파신호를 수신한다.



GPS를 이용한 항법원리

GPS의 실생활 응용

- ◆ 자동차 네비게이션
- ◆ 스마트폰 등



표준과 측정

- ◆ 생각해 보기: 지구 중심에서 26600 km 떨어진 공전궤도면(원주)에 4 개의 위성이 공전하고 있다. 이 위성들은 공전일이 0.5 일이고 위성에서 같은 거리에 있는 사람이 위성들로부터 동시에 신호를 받도록 신호를 보낸다. 아래와 같이 북극과 남극, 동과 서 하늘에 각 위성이 위치해 있고 공전궤도면과 같은 면의 북위 30도에 배가 위치해 있다고 하자. 이 배가 각 위성으로부터 받는 신호는 어떤 시간차를 가질까? (지구 반지름: 6370 km, 광속: 300000 km/s)

시계의 정밀도

99 %의 정밀도를 가졌다고 광고하는 손목시계는 하루에
얼마나 틀릴까?

물리량의 차원

길이의 차원 [L]
시간의 차원 [T]
질량의 차원 [M]

1 km + 2 시간
= 3 kg ?



물리량의 차원

◆ 생각해 보기: 의미 있는 물리 식은?

$$x = \text{길이}, \quad t = \text{시간}, \quad v = \text{속력}$$

$$(1) \quad v = xt$$

$$(2) \quad x = t^2 + vt$$

$$(3) \quad v = \frac{x}{t}$$

물리량은 같은 차원의 양끼리만 더하고 뺀다.

제논의 역설과 물리적 차원

- ◆ 그리스의 철학자 제논(BC 5세기)은 화살이 날 수 없는 이유를 다음과 같이 기술하였다.
"날고 있는 화살은 매 순간에 정지해 있다. 따라서 화살은 날아갈 수 없다."

무엇이 잘못 되었을까?

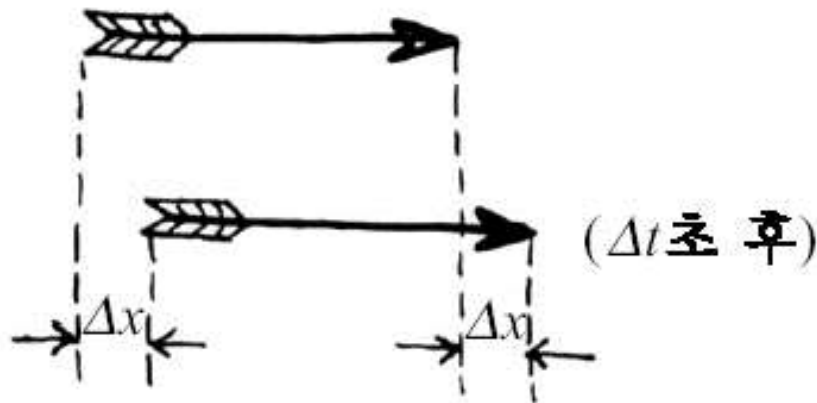


제논의 역설과 물리적 차원

정지해 있다는 말은 속도를 표현하는 용어이며 위치에 적용되는 말이 아니다.

변위의 차원은 [길이]이고 속도의 차원은 [길이/시간]이다. 따라서 서로 차원이 다른 물리량에 같은 용어를 적용할 수는 없다.

매 순간 정지해 있다는 말을 쓰기 위해서는 각 시간마다 시간 간격 Δt 에 움직인 거리 (변위 Δx)를 고려하여야 한다.



$\Delta t \rightarrow 0$ 이면 변위 $\Delta x \rightarrow 0$ 이지만 $\Delta x/\Delta t \neq 0$ 이다. 관찰하는 시간이 줄어들수록 화살이 움직인 거리는 0에 가까워지지만 속도가 0인 것은 아니다.

단원 요약

- ◆ 물리학 법칙에는 정량적인 실험과 수학적 이론이 결합되어 있다.
- ◆ 자연에 나타나는 물리적 현상은 중력, 전자기 힘, 열 및 통계 현상, 양자 현상, 핵력, 약력 등과 관련되어 크기에 따라 중요도가 달라진다.
- ◆ 시간, 길이, 질량, 전류, 온도, 물질의 양, 광도 등 7 개의 기본 물리량의 단위가 국제 단위로 정의되어 있다.
- ◆ 물리방정식에서는 물리량의 차원이 같은 양끼리 더하거나 빼야 한다.