

2018학년도 2학기

물리학및실험 (US0019)

1부 역학

1장 서론

상명대학교 융합공과대학

전기공학과

조 수 환 교수





영국 남부에 있는 스톤헨지(Stonehenge)는 수천 년 전에 계절을 알려주도록 지어졌다. 하룻날 돌들 무렵 이 거대한 바위들의 틈사이로 태양을 볼 수 있다.

1. 서론

- 1.1 길이, 질량, 시간의 표준
- 1.2 물질의 구성 요소
- 1.3 차원 분석
- 1.4 측정의 불확정도와 유효숫자
- 1.5 단위의 변환
- 1.6 어림과 크기 정도 계산
- 1.7 좌표계
- 1.8 삼각함수

1.1 길이, 질량, 시간의 표준

- SI 단위계 (Systeme International)
 - 길이 : 미터(m)
 - 질량 : 킬로그램(kg)
 - 시간 : 초(sec)
 - MKS단위계, CGS단위계
- 길이 (m)
 - 1960년 이전 : 미터의 공식적인 길이는 백금-이리듐 합금 원기에 표시된 두 선 사이의 거리
 - 1960년 : 크립톤-86 전등에서 나오는 주황색 빛의 파장의 1,650,763.73배로 정의
 - 현재 : 진공에서 빛이 1/299,792,458초 동안 진행한 거리로 정의 (빛의 속도: 299,792,458m/sec)

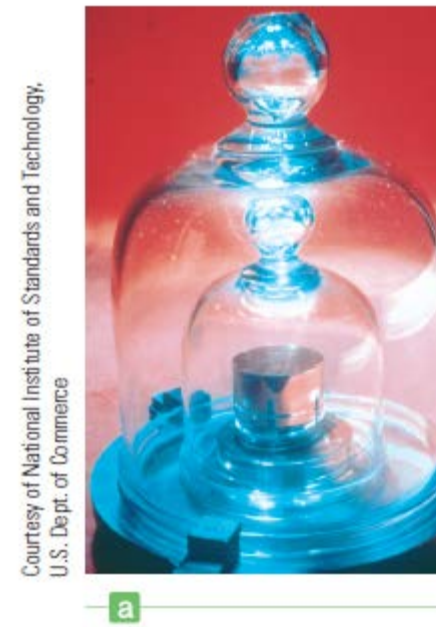
1.1 길이, 질량, 시간의 표준

- 질량 (kg)

- 국제도량형국(프랑스 세브르)에 보관된 백금-이리듐 합금 원기의 질량으로 정의
- 물체가 운동 상태의 변화에 저항하는 성질을 나타내는 양

- 시간 (sec)

- 1960년 이전 : 1900년의 평균 태양일로 정의 (태양일 : 태양이 하늘의 최고점에 다다른 시각부터 다음날 최고점에 이를 때까지의 시간) 평균 태양일의 86,400분의 1
- 1967년 : 원자시계에 의해 세슘-133 원자에서 나오는 전자기파의 특성 진동수를 기준으로 정의
- 현재 : 세슘-133 원자에서 나오는 복사선 주기의 9,192,631,700배에 해당하는 시간을 1초로 정의



1.1 길이, 질량, 시간의 표준

표 1.1 여러 가지 길이의 근삿값

	길이(m)
지구로부터 가장 먼 퀘이사까지의 거리	1×10^{26}
지구로부터 가장 먼 은하까지의 거리	4×10^{25}
지구로부터 가장 가까운 은하(M31, 안드로메다은하)까지의 거리	2×10^{22}
지구로부터 가장 가까운 별(프록시마 켄타우리)까지의 거리	4×10^{16}
1광년	9×10^{15}
지구의 평균 공전 궤도 반지름	2×10^{11}
지구로부터 달까지의 평균 거리	4×10^8
지구의 평균 반지름	6×10^6
지구 주위를 도는 인공위성의 일반 고도	2×10^5
미식 축구장의 길이	9×10^1
집파리의 몸길이	5×10^{-3}
작은 먼지 입자의 크기	1×10^{-4}
생물체의 세포 크기	1×10^{-5}
수소 원자의 지름	1×10^{-10}
원자핵의 지름	1×10^{-14}
양성자의 지름	1×10^{-15}

표 1.2 여러 가지 질량의 근삿값

	질량(kg)
관측 가능한 우주	1×10^{52}
은하수	7×10^{41}
태양	2×10^{30}
지구	6×10^{24}
달	7×10^{22}
상어	1×10^2
사람	7×10^1
개구리	1×10^{-1}
모기	1×10^{-5}
박테리아	1×10^{-15}
수소 원자	2×10^{-27}
전자	9×10^{-31}

1.1 길이, 질량, 시간의 표준

표 1.3 여러 가지 시간의 근삿값

	시간(s)
우주의 나이	5×10^{17}
지구의 나이	1×10^{17}
대학생의 평균 나이	6×10^8
1년	3×10^7
1일	9×10^4
심장 박동 간격	8×10^{-1}
가청 음파의 주기 ^a	1×10^{-3}
전형적인 라디오파의 주기 ^a	1×10^{-6}
고체 내 원자의 진동 주기 ^a	1×10^{-13}
가시광선의 주기 ^a	2×10^{-15}
핵 충돌 시간	1×10^{-22}
빛이 양성자를 가로지르는 데 걸리는 시간	3×10^{-24}

^a주기는 한 번 진동하는 데 걸리는 시간이다.

표 1.4 미터법(SI, cgs 단위)에서 10의 거듭제곱을 나타내는 접두어와 그 약자

거듭제곱	접두어	약자
10^{-18}	아토(atto-)	a
10^{-15}	펨토(femto-)	f
10^{-12}	피코(pico-)	p
10^{-9}	나노(nano-)	n
10^{-6}	마이크로(micro-)	μ
10^{-3}	밀리(milli-)	m
10^{-2}	센티(centi-)	c
10^{-1}	데시(deci-)	d
10^1	데카(deka-)	da
10^3	킬로(kilo-)	k
10^6	메가(mega-)	M
10^9	기가(giga-)	G
10^{12}	테라(tera-)	T
10^{15}	페타(peta-)	P
10^{18}	엑사(exa-)	E

1.2 물질의 구성 요소

- 원자 (Atom)
 - 어원 : 더 이상 자를 수 없는 (atomos)
 - 원자 모형(Niels Bohr가 최초로 제안) : 원자핵(양성자) + 전자(음전하)
 - 1900년대 초 : 원자핵 발견
 - 1930년대 : 원자핵 내에 양성자와 중성자가 존재함을 밝힘
 - 양성자 : 양전하를 띠는 자연계의 기본 입자, 전하와 크기가 같지만 부호는 반대
 - 원자핵 내의 양성자 수 : **원소**를 결정
 - 예를 들어 원자핵 안에 양성자가 1개 존재하면 중성자 수에 관계없이 수소원자를 의미함
 - 양성자 수는 1개 인데 중성자 수가 다른 경우: 중수소, 삼중수소 등 수소의 **동위원소**를 의미함
 - 양성자와 중성자는 쿼크(quark)로 구성됨

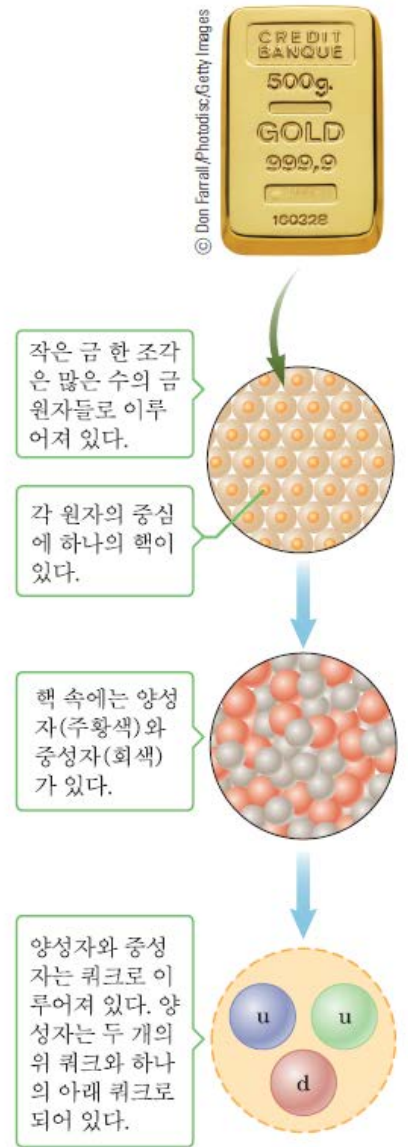


그림 1.2 물질의 구성 단계

1.3 차원 분석

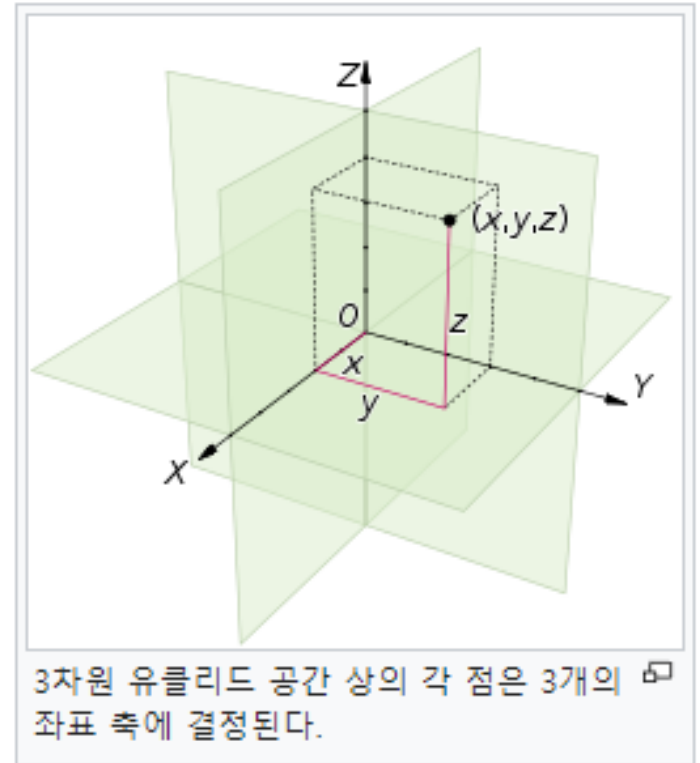
- 차원 (Dimension)

- 수학적인 차원

- Euclidean Space: 공간 차원의 개념으로 n 차원 유클리드 공간이란 벡터의 덧셈, 스칼라곱, 내적연산을 만족하는 n 개의 실수로 구성된 수학적 차원
- Minkowski Space (Time-Space) : 아인슈타인의 특수상대성이론을 기술하기 위한 4차원 시공간으로 3차원의 공간과 1차원의 시간으로 구성

☞ 민코프스키(Hermann Minkowski) : 1864~1909

- 리투아니아 태생
- 스위스 연방공과대학 교수 재직 중 아인슈타인이 그의 강의에 실망하여 수학을 단념하고 물리학에 전념하였다고 함
- 아인슈타인의 특수상대성이론을 공간의 좌표 x, y, z 와 시간 t 를 좌표로 하는 4차원 시공간에서 로렌츠 변환으로 불변의 성질을 연구하는 기하학으로 볼 수 있음을 밝힘
- 아인슈타인은 매우 불성실한 학생이라 졸업한 것이 놀랍다고 말함
- 아인슈타인이 대학 졸업 후 교수 추천서를 받지 못해 취직에 어려움을 겪었다고 함



3차원 유클리드 공간 상의 각 점은 3개의 좌표 축에 결정된다.

출처 : Wikipedia

1.3 차원 분석

- 차원 (Dimension)

- 물리학의 차원 : 어떤 양의 물리적 유형을 나타내는 말

- 차원의 표시

- 길이 : L (length)
 - 질량 : M (mass)
 - 시간 : T (time)

- 물리량의 차원

- 속도 : L/T (LT^{-1})
 - 가속도 : L/T² (LT^{-2})
 - 면적 : L²

표 1.5 넓이, 부피, 속도, 가속도의 차원과 단위

단위계	넓이(L ²)	부피(L ³)	속도(L/T)	가속도(L/T ²)
SI 단위계	m ²	m ³	m/s	m/s ²
cgs 단위계	cm ²	cm ³	cm/s	cm/s ²
미국 관습단위계	ft ²	ft ³	ft/s	ft/s ²

1.4 측정의 불확정도와 유효숫자

- 유효숫자 (Significant figure)
 - 자릿수를 나타내는 0을 제외하고 신뢰할 수 있는 숫자
 - $1.5 \times 10^3 \text{ g}$
 - $1.50 \times 10^3 \text{ g}$
 - $1.500 \times 10^3 \text{ g}$
 - 유효숫자의 연산
 - 곱, 나누기 : 가장 적은 유효숫자의 개수에 따름
 - 더하기, 빼기 : 소수점 아래 자릿수 중 가장 적은 것에 따름

1.5 단위의 변환

• SI단위계 vs 미국관습단위계

$$1 \text{ mi} = 1609 \text{ m} = 1.609 \text{ km}$$

$$1 \text{ m} = 39.37 \text{ in.} = 3.281 \text{ ft}$$

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m} = 30.48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ in.} = 0.0254 \text{ m} = 2.54 \text{ cm}$$

☞ 박찬호 vs 오타니



1996년 6월 27일
콜로라도 로키스 (원정)
100마일 (160km/h)



2018년 5월 31일
디트로이트 타이거즈 (원정)
101.1마일 (약 162.7km/h)

☞ 서장훈 vs 야오밍



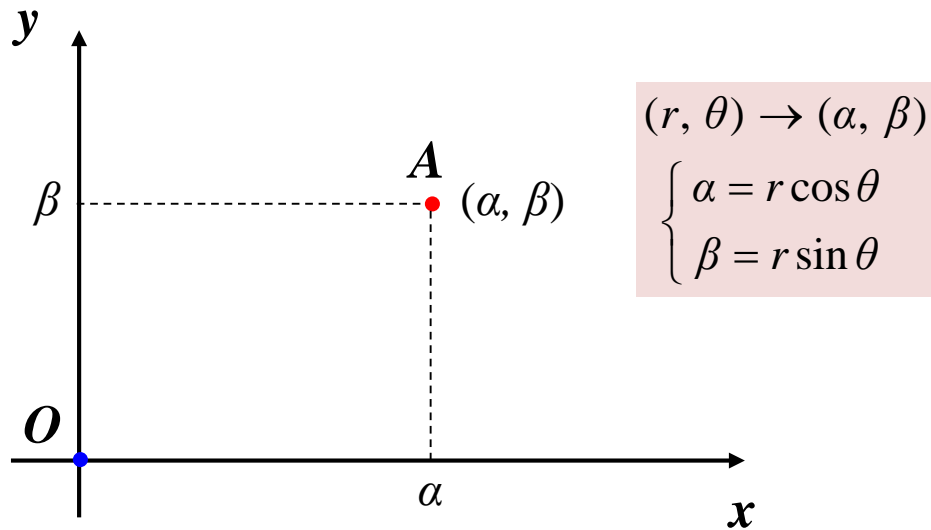
207 cm = 6' 10



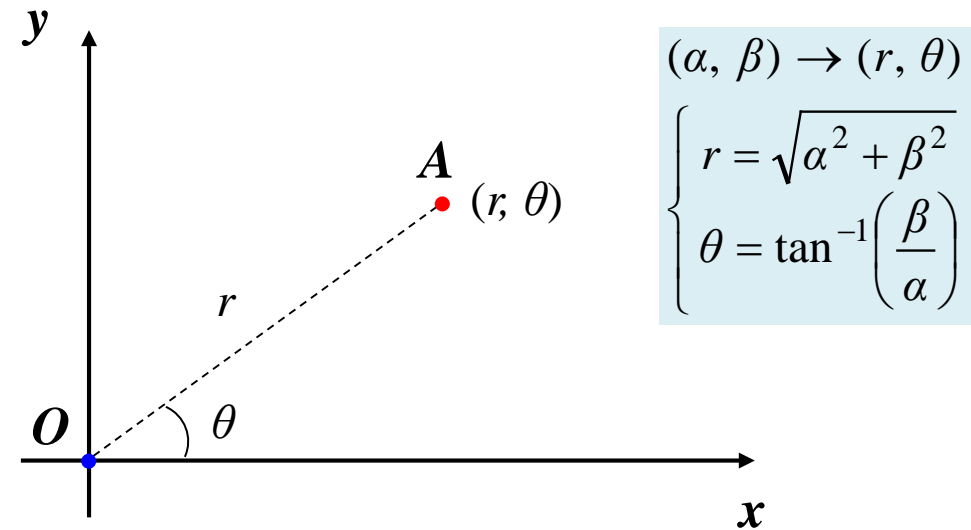
228 cm = 7' 6
* T. McGrady : 6' 8

1.7 좌표계

- 2차원 공간 좌표
 - 직각좌표계 (Cartesian Coordinate or Rectangular Coordinate)
 - 극좌표계 (Polar Coordinate)

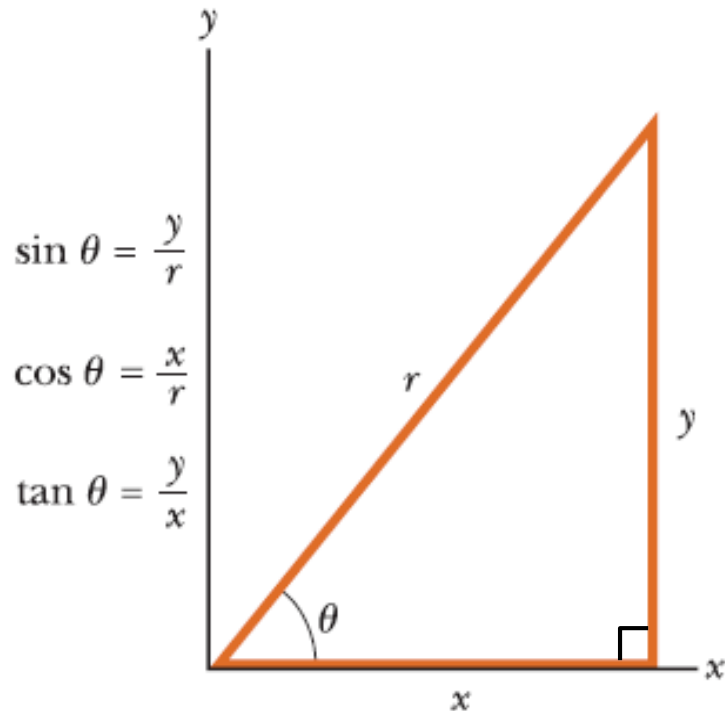


직각좌표계



극좌표계

1.8 삼각함수



$$r^2 = x^2 + y^2$$
$$= (r \cos \theta)^2 + (r \sin \theta)^2 = r^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta)$$

$$\csc \theta = \frac{1}{\sin \theta} = (\sin \theta)^{-1} = \frac{r}{y}$$

$$\sec \theta = \frac{1}{\cos \theta} = (\cos \theta)^{-1} = \frac{r}{x}$$

$$\cot \theta = \frac{1}{\tan \theta} = (\tan \theta)^{-1} = \frac{x}{y}$$

$$\sin^{-1}\left(\frac{y}{r}\right) = \theta \leftrightarrow \sin \theta = \frac{y}{r}$$

$$\cos^{-1}\left(\frac{x}{r}\right) = \theta \leftrightarrow \cos \theta = \frac{x}{r}$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) = \theta \leftrightarrow \tan \theta = \frac{y}{x}$$