
국제단위계

The International System of Units

신 은 주

2002. 6.

목 차

SI의 배경 및 발달

SI의 특징 및 구조

SI 기본단위

SI 유도단위

SI 접두어

SI 단위의 사용법

병용단위

SI와 함께 잠정적으로 사용되는 단위

"SI"란?

- Le **S**ysteme **I**nternational d'Unites에서 온 약어
국제단위계, The International System of Units
- 현재 세계 대부분의 국가에서 채택하여 국제 공동으로 사용하고 있는 단위계
- 1960년 제11차 국제도량형총회(CGPM)에서
"국제단위계"라는 명칭과 그 약칭 "SI"를 채택 결정

SI의 배경 및 발달

- 1790년경 프랑스에서 "미터법" 발명 (1840년 실행)

- 1960년 제11차 CGPM

이 단위계에 공식적인 명칭 "국제단위계"를 부여하고,

약칭 "SI"를 부여하여 모든 언어에서 사용하도록 함

⇒ 현재의 SI 기본단위:

미터, 킬로그램, 초, 암페어, 켈빈, 몰, 칸델라의 7개 단위

SI의 특징

- 각 속성(또는 물리량)에 대하여 **한가지 단위만 사용**

길이에 대하여는 미터만 사용, 자(尺) 또는 피트(feet) 같은 단위를 사용하지 않음

- **모든 활동분야에 적용**

과학이나 기술 또는 상업 등 모든 분야에 적용 - 전 세계가 같은 방법으로 사용

⇒ 상호 교류나 이해를 쉽게 함

- **일관성 있는 체계**

*기본단위를 바탕으로 이들의 곱이나 비의 형식으로 모든 물리량을 나타내는
일관성 있는 체계*

SI의 구조

기본단위, 유도단위의 2가지 부류의 단위로 형성

- **기본단위**: 독립된 차원을 갖는 **명확하게 정의된 단위들**을 선택하여 SI의 바탕을 형성
⇒ 미터, 킬로그램, 초, 암페어, 켈빈, 몰, 칸델라의 **7개** 단위
- **유도단위**: 관련된 양들을 연결시키는 **대수적 관계**에 따라서 기본단위들의 **조합** 또는 기본단위와 다른 유도단위들의 조합

SI 기본단위

- SI의 가장 기본이 되는 7개의 단위로서 독립적인 차원을 갖도록 정의

양	명칭	기호
길이	미터	m
질량	킬로그램	kg
시간	초	s
전류	암페어	A
열역학적온도	켈빈	K
물질량	몰	mol
광도	칸델라	cd

- SI 기본 단위는 물리적인 실험에 의하여 정의,
단 질량의 단위인 kg만 인공적으로 만든 국제원기에 의하여 정의

기본단위의 정의

시간의 단위 (s)

"초(second)는 세슘 133원자 (^{133}Cs)의 바닥 상태에 있는 두 초미세 준위 간의 전이에 대응하는 복사선의 9192631770 주기의 지속 시간이다."

(1967년 제 13차 CGPM)

길이의 단위 (m)

"미터(meter)는 진공에서 빛이 $1/299792458$ 초 동안 진행한 경로의 길이"

(1983년 제17차 CGPM)

이에 따라서 빛의 속력은 정확히 299792458 m/s 이며, 길이의 단위가 독립적으로 정의되었을 때처럼 오차를 포함하지 않는 상수이다

SI 유도단위

- 기본단위를 물리법칙에 의해 대수적인 관계식으로 결합하여 나타내는 것
- 유도단위의 표현에는 기본단위 외의 다른 인자가 나타나지 않음
⇒ SI 단위가 일관성을 갖게 되고,
또한 계산할 때 다른 환산인자를 필요로 하지 않음
- 유도단위 중에서 22개는 편의상 특별한 명칭과 기호가 주어졌음
- 경우에 따라 많은 유도단위가 만들어질 수 있다.

특별한 명칭을 가진 SI 유도단위

양	SI 단위		
	명칭	기호	다른 SI 단위로 표시 기본단위로 표시
평면각	라디안(radian)	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
입체각	스테라디안 (steradian)	sr	$m^2 m^{-2} = 1$
진동수, 주파수	헤르츠 (hertz)	Hz	s^{-1}
힘	뉴턴 (newton)	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
압력, 응력	파스칼 (pascal)	Pa	N/m^2 $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
에너지, 일, 열량	줄 (joule)	J	$N \cdot m$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
일률, 전력, 복사선속	와트 (watt)	W	J/s $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
전하량, 전기량	쿨롱 (coulomb)	C	$s \cdot A$
전위차, 전압, 기전력	볼트 (volt)	V	W/A $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
전기용량	패럿 (farad)	F	C/V $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
전기저항	옴 (ohm)	Ω	V/A $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$

기본단위로 표시된 SI 유도단위의 예

유 도 량	SI 유 도 단 위	
	명칭	기호
넓이	제곱미터	m^2
부피	세제곱미터	m^3
속력, 속도	미터 매 초	m/s
가속도	미터 매 초 제곱	m/s^2
파동수	역 미터	m^{-1}
밀도, 질량밀도	킬로그램 매 세제곱미터	kg/m^3
비(比) 부피	세제곱미터 매 킬로그램	m^3/kg
전류밀도	암페어 매 제곱미터	A/m^2
자기장의 세기	암페어 매 미터	A/m
(물질량의) 농도	몰 매 세제곱미터	mol/m^3
휘도	칸델라 매 제곱미터	cd/m^2
굴절률	하나(숫자)	1

특별한 명칭과 기호를 가진 SI 유도단위가 포함되어 있는 SI 유도단위

양	SI 유도 단위		
	명칭	기호	SI 기본단위로표시
점성도	파스칼 초	$\text{Pa} \cdot \text{s}$	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
힘의 모멘트	뉴턴 미터	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
표면장력	뉴턴 매 미터	N/m	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
각속도	라디안 매 초	rad/s	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
각가속도	라디안 매 초 제곱	rad/s^2	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
열속밀도, 복사조도	와트 매 제곱미터	W/m^2	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
열용량, 엔트로피	줄 매 켈빈	J/K	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
열전도도	와트 매 미터 켈빈	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
전기장의 세기	볼트 매 미터	V/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
전하밀도	쿨롱 매 세제곱미터	C/m^3	$\text{m}^{-3} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
전기선속밀도	쿨롱 매 제곱미터	C/m^2	$\text{m}^{-2} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
유전율	패럿 매 미터	F/m	$\text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
투자율	헨리 매 미터	H/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
복사도	와트 매 스테라디안	W/sr	$\text{m}^4 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

접두어

- SI 접두어

킬로그램(kg)을 제외한 모든 SI 단위의 십진 배수 및 분수의 명칭과 기호를 형성하기 위하여 접두어를 사용한다.

십진 배수는 10을 양의 정수 제곱한 것 : 10^3 , 10^6 등

십진 분수는 10을 음의 정수 제곱한 것 : 10^{-3} , 10^{-6} 등

제19차 CGPM (1991)에서 채택된 것까지 포함된 것

- 배수 및 분수의 명칭

접두어나 그 기호는 단위의 명칭이나 기호에 직접 붙여서 그 단위의 십진 배수 및 분수를 형성한다.

이렇게 형성된 단위는 원칙적으로 "SI 단위의 배수 또는 분수"라고 불러야 되지만, 통상적으로 기본단위, 유도단위 또 이들의 배수와 분수 모두 "SI 단위"라고 부른다.

SI 접두어

인자	접두어	기호
10^{24}	요 타	Y
10^{21}	제 타	Z
10^{18}	엑 사	E
10^{15}	페 타	P
10^{12}	테 라	T
10^9	기 가	G
10^6	메 가	M
10^3	킬 로	k
10^2	헥 토	h
10^1	데 카	da

인자	접두어	기호
10^{-1}	데 시	d
10^{-2}	센 티	c
10^{-3}	밀리	m
10^{-6}	마이크로	μ
10^{-9}	나 노	n
10^{-12}	피 코	p
10^{-15}	펨 토	f
10^{-18}	아 토	a
10^{-21}	젯 토	z
10^{-24}	욕 토	y

1. 단위 기호는 로마체(직립체), 양의 기호는 이탤릭체(사체)로 씀.

일반적으로 소문자, 명칭이 고유명사에서 유래된 것이면 기호의 첫 글자는 대문자

보기) 단위: kg , s , K , Pa , GHz ; 양: m (질량), t (시간)

2. 단위기호는 복수의 경우에도 변하지 않으며, 마침표 등 다른 기호나

다른 문자를 첨가해서는 안됨. (다만 문장의 끝에 오는 마침표는 예외)

보기) kg 이며; Kg 이 아님 (비록 문장의 시작이라도)

$5s$ 이며; 5 sec. , 5 sec , 또는 5 secs 가 아님

3. 어떤 양을 수치와 단위기호로 나타낼 때 그 사이를 한 칸 띄어야 함.

(다만 평면각의 도, 분, 초의 기호와 수치 사이는 띄지 않는다.)

보기) 35 mm 이며; 35mm 가 아님

25° , $25^\circ 23' 27''$ 등은 옳음 ; $32\text{ }^\circ\text{C}$ 이며; 32°C 가 아님

1. 두 개 이상의 단위의 곱은 다음 방법 중의 어느 하나로 표시

<주의> 기호 사이의 빈 칸 없이 Nm 도 가능하나 이 때는 접두어와 혼동이 없게 하여야 함. 즉 mN은 millinewton 이며 meter newton이 아니어야 함

보기) $N \cdot m$ 또는 $N m$

2. 한 단위를 다른 단위로 나누어서 이루어진 유도단위

<주의> 사선(/) 다음에 두개 이상의 단위가 올 때는 반드시 괄호로 표시함

보기) m/s , $\frac{m}{s}$ 또는 $m \cdot s^{-1}$

3. 단위기호와 단위명칭을 같은 식에 혼합하여 사용하면 안됨

보기) 옳음: joules per kilogram 또는 J/kg

틀림: joules/kilogram 또는 joules/kg 또는 joules kg⁻¹

1. 접두어는 크기 정도(orders of magnitude)를 나타내는 데 사용.

보기) $12.3 \times 10^3 \text{ m}$ 는 **12.3 km**, 0.00123 mm 는 **1.23 μm**

2. 일반적으로 수치가 0.1과 1000 사이에 오도록 접두어를 선택한다.

예외1) 넓이나 부피를 나타낼 때 헥토, 데카, 데시, 센티가 필요할 수 있다.

보기) 제곱헥토미터 (**hm²**), 세제곱센티미터 (**cm³**)

예외2) 같은 종류의 양의 값이 실린 표에서나 주어진 문맥에서 그 값을 비교하거나 논의할 때에는 0.1에서 1000의 범위를 벗어나도 같은 단위를 사용 권장.

예외3) 어떤 양을 특정한 분야에서 쓸 때 관례적으로 특정한 배수가 사용된다.

보기) **기계공학도면**에서는 그 값이 0.1에서 1000 mm 의 범위를 벗어나도 **mm**가 사용

3. 복합단위의 배수를 형성할 때 한 개의 접두어를 사용하여야 한다.

예외) 이때 접두어는 통상적으로 분자에 있는 단위에 붙여야 되는데 kg 이 분모에 올 경우는 예외이다.

보기) V/m 이며 mV/mm 가 아님 ; MJ/kg 이며 kJ/g 가 아님.

4. 두개나 그 이상의 접두어를 나란히 붙여 쓰는 복합 접두어는 사용불가.

보기) 1 nm 이며 $1\text{ m}\mu\text{m}$ 가 아님 ; 1 pF 이며 $1\ \mu\mu\text{F}$ 가 아님

5. 접두어를 가진 단위에 붙는 지수는 그 단위의 배수나 분수 전체에 적용.

보기) $1\text{ cm}^3 = (10^{-2}\text{ m})^3 = 10^{-6}\text{ m}^3$; $1\text{ ns}^{-1} = (10^{-9}\text{ s})^{-1} = 10^9\text{ s}^{-1}$

1. 단위 명칭은 보통명사와 같이 취급하여 소문자로 쓴다.

다만 문장의 시작이나 제목 등의 문법상 필요한 경우는 대문자를 쓴다.

보기) 3 newtons 이며 3 Newtons 가 아님

2. 일반적으로 영어 문법에 따라 복수형태가 사용되나 (예로서, henry 의 복수는 henries로 씀), lux, hertz, siemens 는 단수와 복수가 같다.

3. 접두어와 단위명칭 사이는 한 칸 띄지도 않고 hyphen, "-"을 쓰지않음.

보기) kilometer 이며 kilo-meter 가 아님 ;

"megohm", "kiloohm", "hectare"는 접두어 끝에 있는 모음이 생략됨.

병용단위 (국제단위계와 함께 사용되는 단위)

양	명칭	기호	SI 단위로 나타낸 값
시간	분	min	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
	시간	h	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
	일	d	$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$
평면각	도	°	$1^\circ = (\pi / 180) \text{ rad}$
	분	'	$1' = (1/60)^\circ = (\pi / 10800) \text{ rad}$
	초	"	$1'' = (1/60)' = (\pi / 648000) \text{ rad}$
부피	리터	l, L	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$ <주 1>
질량	톤	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
에너지	전자볼트	eV	<주 2>

<주 1> 리터의 기호 L은 글자 "l" (L의 소문자)과 숫자 "1"과의 혼동의 위험을 피하기 위하여 채택.

<주 2> 전자볼트는 하나의 전자가 진공 중에서 1 볼트의 전위차를 지날 때 얻게 되는 운동 에너지이다.

$$1 \text{ eV} = 1.60217733(49) \times 10^{-19} \text{ J}$$

SI와 함께 잠정적으로 사용되는 단위

단위	기호	정의
킬로와트시	kWh	1 kWh = 3.6 MJ
바안	b	1 b = $10^{-28} \text{ m}^2 = 100 \text{ fm}^2$
바아	bar	1 bar = 10^5 Pa
퀴리	Ci	1 Ci = $3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
뢴트겐	R	1 R = $2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
라드	rad (또는 rd)	1 rd = 0.01 Gy
렘	rem	1 rem = 0.01 Sv = 10 mSv

에너지의 SI 단위인 줄이 그 배수와 함께 모든 분야에 사용됨이 바람직하다. 그러나 전기에너지를 재는데 "킬로와트시"가 널리 사용되고 있는 실정이다.

압력의 SI 단위인 파스칼(Pa)이 적절한 접두어와 함께 모든 분야에서 사용되어야 하는데 바아(bar)나 토오르 [1 Torr = (101325/760) Pa]가 널리 쓰이고 있는 실정이다.