

# 제1장 화학의 기초

화학은 물질의 특성, 물질이 겪는 변화 그리고 그 과정에서 수반되는 에너지 변화 등을 다루는 학문이다.



▲ 인간이 생명을 유지하기 위해서는 수많은 화학 반응이 관련된다.

## 1-1 물질과 에너지

물질(matter) : 질량을 가지면서 공간을 차지하는 것.

(어떤 물체에 있는 물질의 양을 측정하는 척도)

에너지(energy) : 일을 하거나 열을 전달하는 능력으로 정의된다.

1. 운동 에너지 - 움직임으로 인해 에너지를 갖게 된다.

곧바로 일을 할 수 있는 능력, 쉽게 다른 물체로 전환.

2. 위치 에너지 - 물체의 위치나 상태 또는 구성에 의한 에너지.

\* 발열(exothermic) - 어떤 반응이 일어날 때 에너지가 방출되는 경우.

(예: 연소반응)

흡열(endothermic) - 열을 흡수하는 경우.

(예: 얼음이 녹는 것)



## 질량 보존의 법칙

: 화학적 반응이나 물리적 반응이 일어나는 동안 물질의 양의 변화는 일어나지 않는다.

(예 - 금속 마그네슘을 공기 중에서 태운다

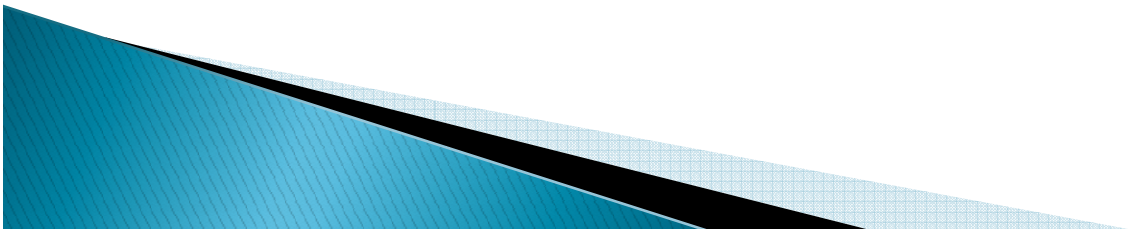
→ 흰색 분말의 산화 마그네슘 생성

→ 산화마그네슘 질량은 마그네슘의 질량과 마그네슘이 연소하면서 결합하는 산소의 질량 합과 같다)

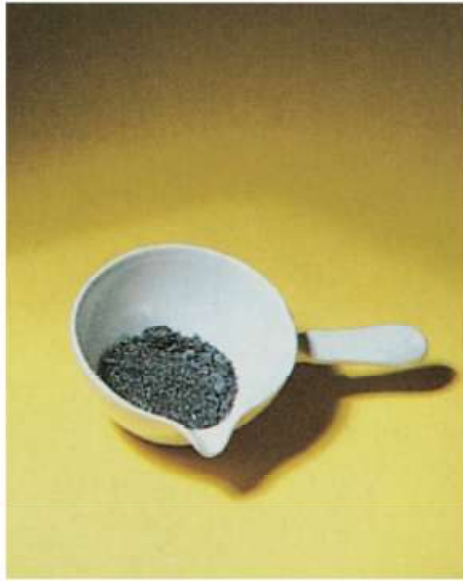


## 에너지 보존의 법칙

: 모든 화학적 반응이나 물리적 변화 과정에서 에너지는 생성되거나 소멸될 수 없다. 단지, 에너지는 그 형태만 바뀔 뿐이다.



# 1-2 물질의 상태



특성      고체

단단함      단단함

열에 의한 팽창      약간

압축성      약간



액체

흐르고, 용기 모양에  
맞게 채워짐

약간

약간



기체

용기에  
가득 채워진다

쉽게 팽창

쉽게 압축

그림 1-2 물질의 세 가지 물리적 상태 비교.

고체(왼쪽): 요오드(iodine), 액체(중앙): 브롬(bromine), 기체(오른쪽): 염소(chlorine).

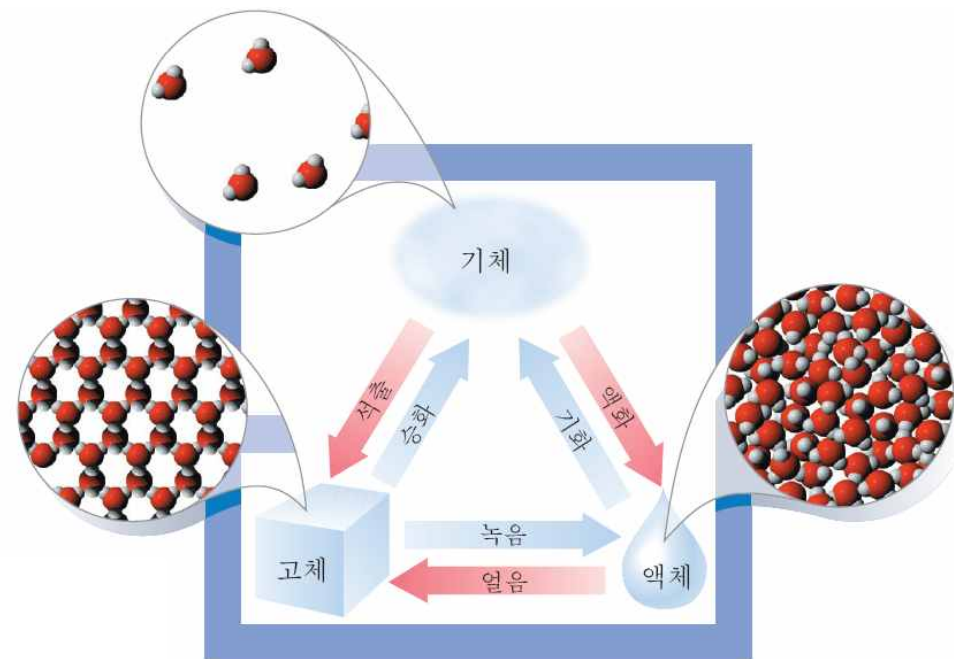
## 1-3 화학적 성질과 물리적 성질

1. 화학적 성질 (chemical property) : 물질이 조성의 변화를 겪을 때 발생.

(예 - 금속 마그네슘이공기와 결합하여 희색 분말의 산화 마그네슘을 생성)

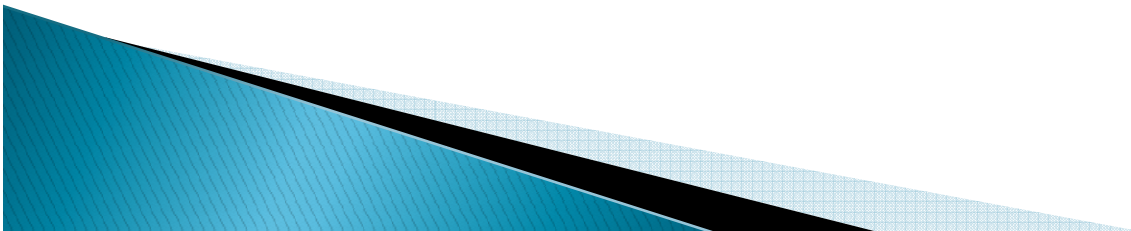
2. 물리적 성질 (physical property) : 물질의 화학적 조성에 변화없이 관측되고 측정되는 성질.

(예 - 색, 밀도, 녹는점, 끓는점, 전기전도도등)



## 1-4 화학적 변화와 물리적 변화

1. 화학적 변화 : (1)한 가지 혹은 더 많은 물질이 완전히 또는 아주 일부 소멸  
(2)한 가지 혹은 더 많은 수의 새로운 물질이 생성.  
(3)에너지가 흡수 또는 방출.
2. 물리적 변화 : 화학적 조성의 변화는 전혀 일어 나지 않는다.

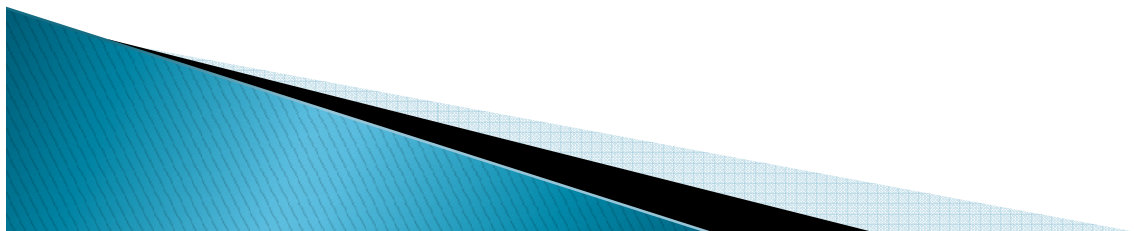


혼합물은 (1) 각 성분의 조성은 다양하게 변할 수 있다.

(2) 혼합물을 이루는 각 성분들의 자체 특성은 변하지 않고 그대로 유지된다.

**순물질**은 물리적 방법으로 더 이상 쪼개거나 정제할 수 없다. 순물질은 물체를 이루는 특성 성분이다.

각 순물질은 다른 순물질과 구별되는 그들만의 고유한 특성을 가지고 있다.



# 1-5 물질, 혼합물, 화합물과 원소

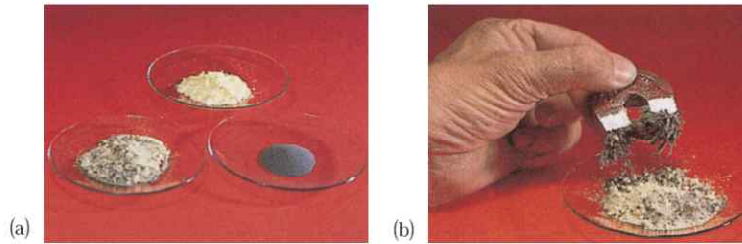
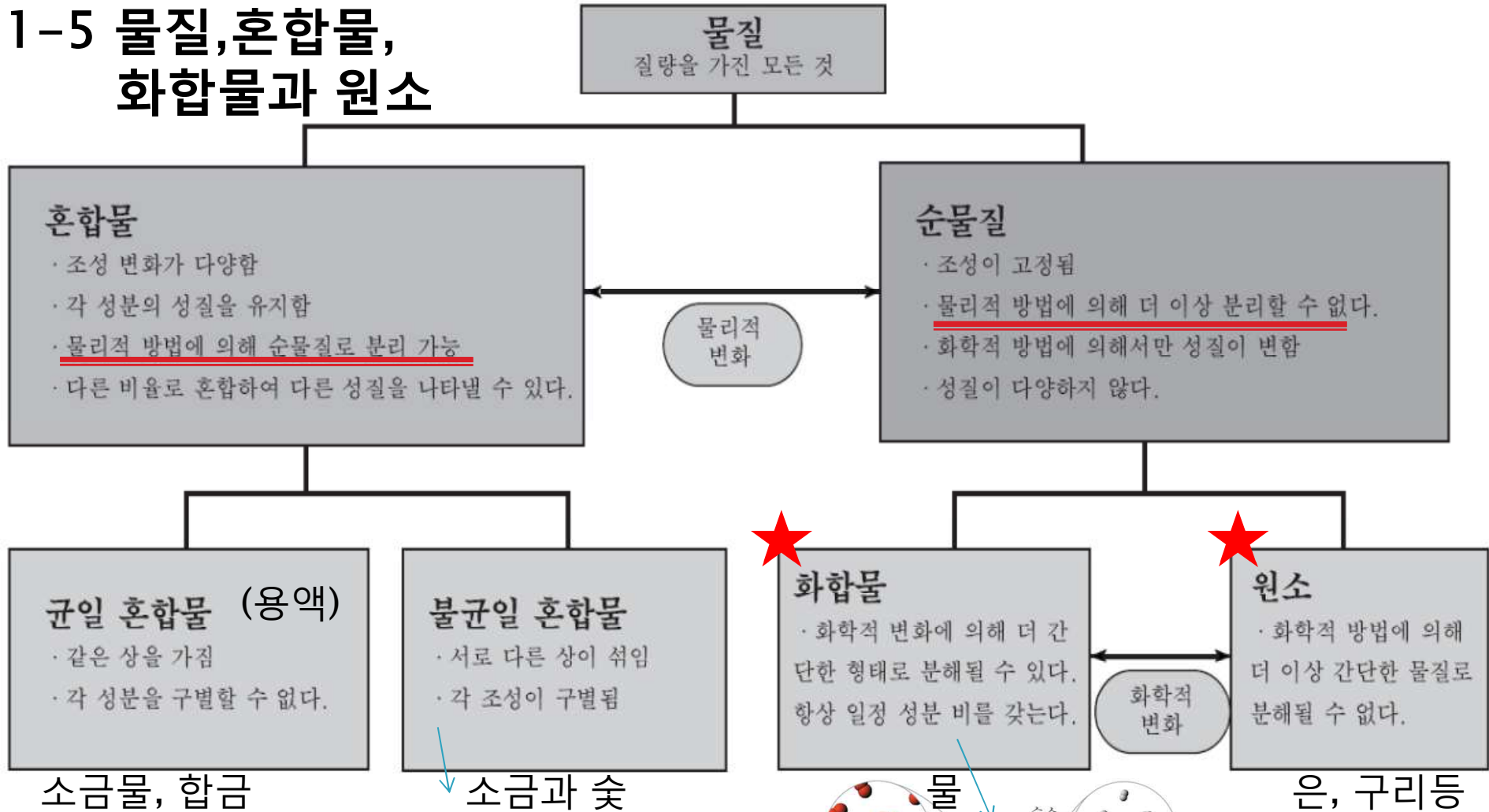


그림 1-4 (a) 철과 황의 혼합물은 불균일 혼합물(heterogeneous mixture)이다. (b) 어떤 혼합물이든 모두 물리적 수단을 써서 서로 분리해 낼 수 있다. 그림의 철과 황의 혼합물은 자석을 이용하여 철을 분리해냄으로써 서로를 분리할 수 있다.

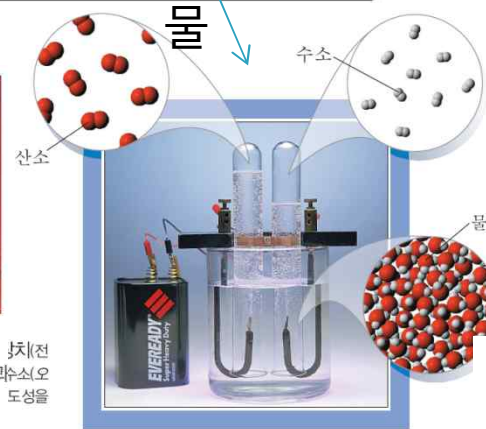
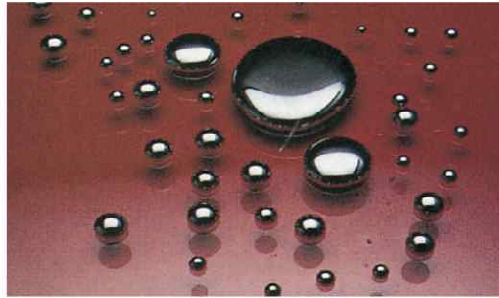


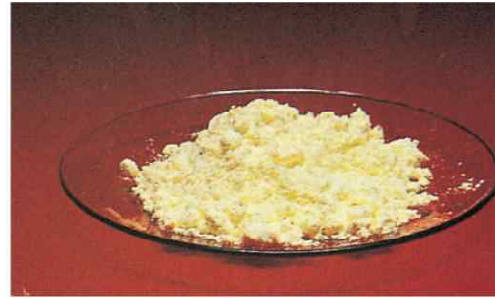
그림 1-6 물을 전기 분해하는 소규모 장치(전기 에너지를 이용하여 물을 분해시킨다). 생성된 수소(오른쪽)는 산소(왼쪽)의 두 배이다. 이 장치에서 전도성을 높이기 위해 물에는 묽은 황산이 약간 첨가된다.



원소를 표기할 때 특정 기호(symbol)를 사용 한다.



▲ 수은(mercury)은 상온에서 액체인 유일한 금속이다.



▲ 황(sulfur)은 상온에서 안정한 상태로 유지된다.

표 1-1 몇 가지 흔한 원소와 그 기호

기호	원소	기호	원소	기호	원소
Ag	silver ( <i>argentum</i> )	F	fluorine	Ni	nickel
Al	aluminum	Fe	iron ( <i>ferrum</i> )	O	oxygen
Au	gold ( <i>aurum</i> )	H	hydrogen	P	phosphorus
B	boron	He	helium	Pb	lead ( <i>plumbum</i> )
Ba	barium	Hg	mercury ( <i>hydrargyrum</i> )	Pt	platinum
Bi	bismuth	I	iodine	S	sulfur
Br	bromine	K	potassium ( <i>kalium</i> )	Sb	antimony ( <i>stibium</i> )
C	carbon	Kr	krypton	Si	silicon
Ca	calcium	Li	lithium	Sn	tin ( <i>stannum</i> )
Cd	cadmium	Mg	magnesium	Sr	strontium
Cl	chlorine	Mn	manganese	Ti	titanium
Co	cobalt	N	nitrogen	U	uranium
Cr	chromium	Na	sodium ( <i>natrium</i> )	W	tungsten ( <i>Wolfram</i> )
Cu	copper ( <i>cuprum</i> )	Ne	neon	Zn	zinc

# 1-6 화학에서의 측정

- ◆ 모든 측정단위는 미국의 국립표준기술연구소 (NIST, National Institute of Standards and Technology: 이전에 국립표준국 NBS, National Bureau of Standards)에 의해 제정.
- ◆ 1964년 국립표준국에서 7개의 기본적인 국제 표준단위(SI)를 채택.

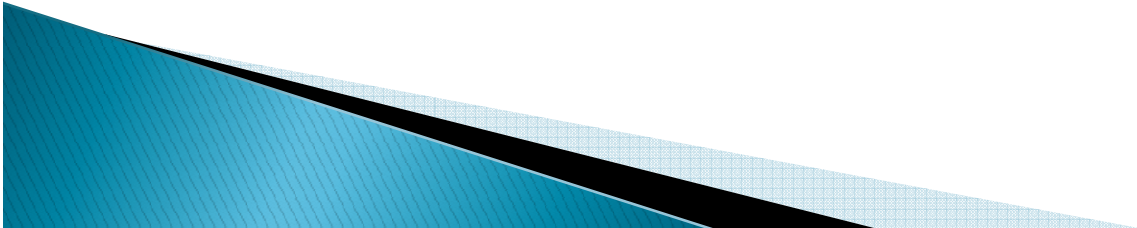
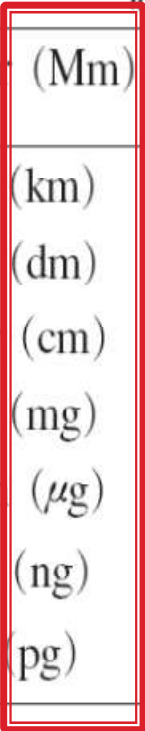
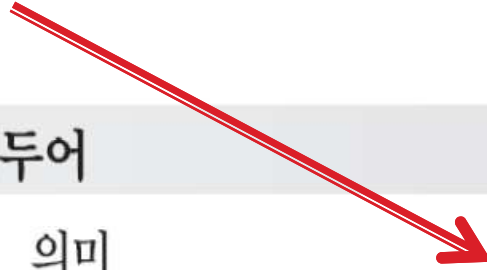
표 1-2 몇 가지 기본적인 측정 단위(SI)

물리적 성질	단위 명	기호
길이	meter	m
질량	kilogram	kg
시간	second	s
전류	ampere	A
온도	kelvin	K
광도	candela	cd
★ 물질의 양	mole	mol

- 미터법과 SI단위들 사이에는 십진법에 의해 기본 단위들을 곱함으로써 우리가 필요로 하는 단위를 만들 수 있다

표 1-3 SI와 미터법에서 사용되는 접두어

접두어	약자	의미	예
mega-	M	$10^6$	1 megameter (Mm) = $1 \times 10^6$ m
kilo-	k	$10^3$	1 kilometer (km) = $1 \times 10^3$ m
deci-	d	$10^{-1}$	1 decimeter (dm) = $1 \times 10^{-1}$ m
centi-	c	$10^{-2}$	1 centimeter (cm) = $1 \times 10^{-2}$ m
milli-	m	$10^{-3}$	1 milligram (mg) = $1 \times 10^{-3}$ g
micro-	$\mu$	$10^{-6}$	1 microgram ( $\mu$ g) = $1 \times 10^{-6}$ g
nano-	n	$10^{-9}$	1 nanogram (ng) = $1 \times 10^{-9}$ g
pico-	p	$10^{-12}$	1 picogram (pg) = $1 \times 10^{-12}$ g



# 1-7 측정의 단위

## 질량과 무게

질량 (mass) : 한 물체가 가지고 있는 고유한 양의 척도.(어느 위치에도 변함이 없다)

무게(weight) : 지구 중력에 의해 측정이 된다.(지구 중심으로부터의 거리에 따라  
변화되는 값)

- 물체의 질량은 위치에 따라 변하지 않으므로 무게보다 더 근본적인 요소
- SI 단위에서 질량 측정의 기본 단위는 킬로그램 (kilogram)이다.

표 1-4 질량의 SI 단위

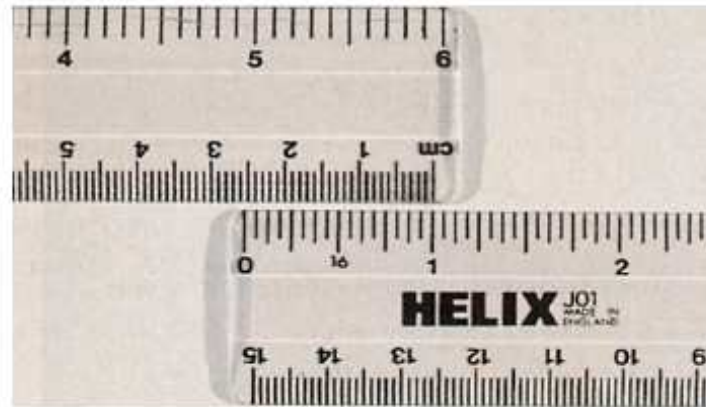
<i>kilogram</i> , kg	기본 단위
<i>gram</i> , g	1,000 g = 1 kg
<i>miligram</i> , mg	1,000 mg = 1 g
<i>microgram</i> , $\mu$ g	1,000,000 $\mu$ g = 1 g

## 길이

:SI 단위는 미터(meter)이다.

: 미터는 빛이 진공에서 1/299,792,4868초 안에 움직이는 거리 = 39.37 인치(inch)

$$1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm}$$



## 부피

: SI 단위는 입방미터 (m<sup>3</sup>)이다.

: 액체의 부피를 측정하는 유리기구들

- 눈금 실린더, 뷰렛 등.



그림 1-8 실험실에서 액체의 부피 측정에 사용하는 유리기구들. 150 mL 비이커 (바닥, 녹색액체); 25 mL 뷰렛(왼쪽 위, 빨간색); 1000 mL 용량 플라스크 (중앙, 노란색); 100 mL 눈금 실린더(오른쪽 앞, 파란색); 10 mL 피펫(오른쪽 뒤, 녹색).

\*영국식 단위와 미터법 사이의 전환관계

**표 1-5 길이, 부피 그리고 질량 단위 간의 전환 인자**


	미터법		영어식		미터법-영어식 표기 간의 관계	
길이	1 km	= $10^3$ m	1 ft	= 12 in.	2.54 cm	= 1 in.
	1 cm	= $10^{-2}$ m	1 yd	= 3 ft	39.37 in.*	= 1 m
	1 mm	= $10^{-3}$ m	1 mile	= 5280 ft	1.609 km*	= 1 mile
	1 nm	= $10^{-9}$ m				
	1 Å	= $10^{-10}$ m				
부피	1 mL	= $1\text{ cm}^3 = 10^{-3}$ L	1 gal	= 4 qt = 8 pt	1 L	= 1.057 qt*
	1 m <sup>3</sup>	= $10^6\text{ cm}^3 = 10^3$ L	1 qt	= 57.75 in. <sup>3</sup> *	28.32 L	= 1 ft <sup>3</sup>
질량	1 kg	= $10^3$ g	1 lb	= 16 oz	453.6 g*	= 1 lb
	1 mg	= $10^{-3}$ g			1 g	= 0.03527 oz*
	1 metric tonne	= $10^3$ kg	1 short ton	= 2000lb	1 metric tonne	= 1.102 short ton*


\*이들은 다른 것과 달리 부정확하다. 좀더 충분하게 표현하기 위해 네 자리 유효 숫자로 표기한다.

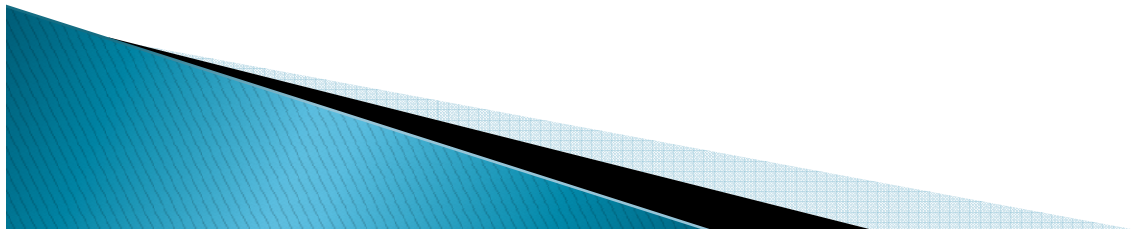
# 1-8 숫자의 사용

과학적 표기법

: 아주 작은 숫자들은 0을 연이어 표기하지 않고 과학적 표기법(지수표기법)을 사용.

$$4,300,000. = 4.3 \times 10^6$$


$$0.000348 = 3.48 \times 10^{-4}$$




## 유효 숫자

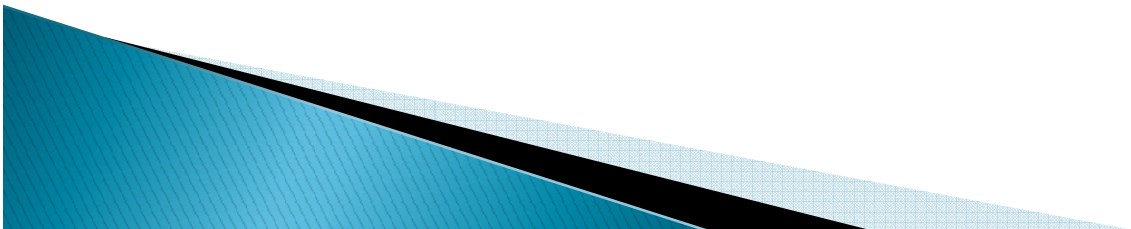
: 측정한 사람이 맞다고 믿는 자리 수.

343.5 mm : 4개의 유효 숫자를 가지고 있다.

\*정확도 - 측정치가 얼마나 참값에 가까운지 나타낸다.

\*정밀도 - 측정 값들이 얼마나 서로 접근해 있는가 나타낸다.

\*측정오차 - 측정 값이 매우 정밀하기는 하지만 부정확한 경우.





1. 0이 아닌 숫자는 모두 유효 숫자이다.

38.57 mL (4), 288 g (3)

2. 0은 유효 숫자가 될 때도 있고 안될 경우도 있다.

a. 첫머리에 있는 0은 유효 숫자가 아니다.

0.052 g (2)

b. 0이 아닌 숫자 사이에 있는 0은 모두 유효 숫자이다.

2007 g (4)

c. 소수점이 있을 때 끝자리에 있는 0은 유효 숫자이다.

38.0 cm (3)

d. 소수점이 없을 때 끝에 있는 0은 유효 숫자가 될 수도 있고 아닐 수도 있다.

24,300 km (3, 4, 5)

$2.43 \times 10^4$  km (3)

$2.430 \times 10^4$  km (4)

3. 완전 수들은 유효 숫자로 제한하지 않는다. 이것들은 명시된 양에 적용된다. 1 인치 = 2.54 센티미터

4. 더하기와 빼기의 경우, 답의 유효 숫자 자리는 소수점 이하 최소 자리를 갖는 수에 의해서 결정된다.

5. 곱셈과 나눗셈의 경우 답의 유효 숫자는 연산에 사용된 유효 숫자의 수보다 커서는 안된다.

최소

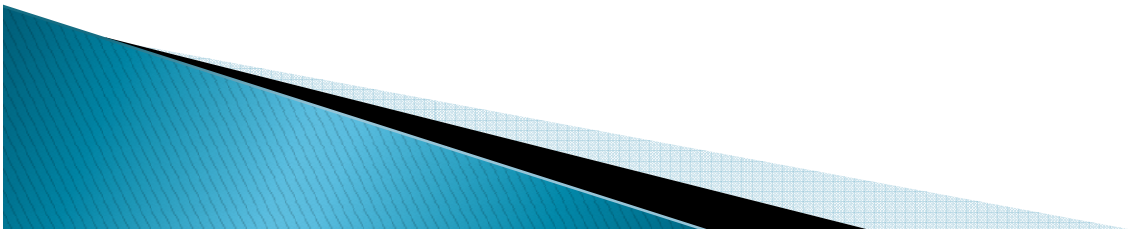
## 예제 1-1 유효 숫자(더하기와 빼기)

---

(a) 37.24 mL 더하기 10.3 mL, (b) 27.87 g 빼기 21.2342 g

### 계획

먼저 더하거나 뺄 값들의 단위가 동일한지 확인한 후 더하기와 빼기를 한다. 답에 정확한 유효 숫자를 표시하기 위해 규칙 4번을 적용한다.



## 예제 1-1 유효 숫자(더하기와 빼기)

---

(a) 37.24 mL 더하기 10.3 mL, (b) 27.87 g 빼기 21.2342 g

### 계획

먼저 더하거나 뺄 값들의 단위가 동일한지 확인한 후 더하기와 빼기를 한다. 답에 정확한 유효 숫자를 표시하기 위해 규칙 4번을 적용한다.

### 풀이

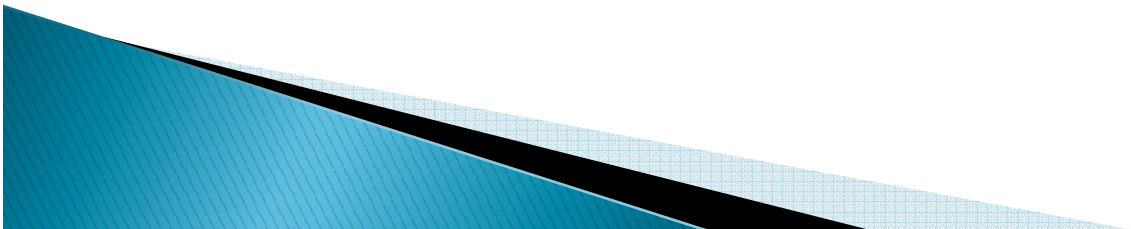
$$\begin{array}{r} \text{(a)} \quad 37.24 \text{ mL} \\ + 10.3 \text{ mL} \\ \hline 47.54 \text{ mL} \end{array}$$

47.54 mL이다. 그러나 정답은 47.5 mL 가 맞다.

$$\begin{array}{r} \text{(b)} \quad 27.87 \text{ g} \\ - 21.2342 \text{ g} \\ \hline 6.6358 \text{ g} \end{array}$$

6.6358 g 이다. 그러나 정답은 6.64 g 이 맞다.

---



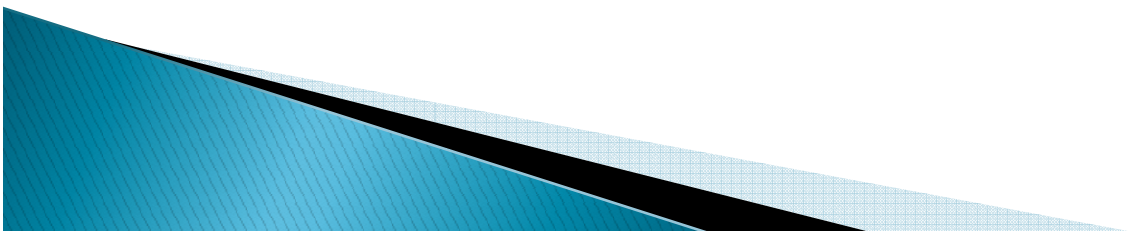
## 예제 1-2 유효 숫자(곱셈)

---

폭이 1.23 cm, 길이가 12.34 cm인 직사각형의 면적은 얼마인가?

### 계획

직사각형의 면적은 폭 곱하기 길이이다. 먼저 폭과 길이의 값의 단위가 같은지 확인한 후 곱한다. 정답은 유효 숫자 규칙 5번에 따른다.



## 예제 1-2 유효 숫자(곱셈)

---

폭이 1.23 cm, 길이가 12.34 cm인 직사각형의 면적은 얼마인가?

### 계획

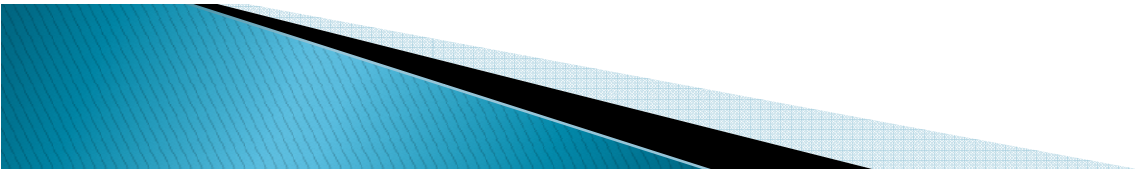
직사각형의 면적은 폭 곱하기 길이이다. 먼저 폭과 길이의 값의 단위가 같은지 확인한 후 곱한다. 정답은 유효 숫자 규칙 5번에 따른다.

### 풀이

$$A = \ell \times w = (12.34 \text{ cm})(1.23 \text{ cm}) = 15.2 \text{ cm}^2$$

계산에 사용된 숫자에서 최소 유효 숫자의 개수는 세 개이므로 답은 유효 숫자를 세 자리로 맞춘다.

---



## 1-9 단위 인자법 (치수 분석)

측정에 의해 얻어진 값들은 항상 단위를 표시해야 한다.

치수분석, 인자 표시법, 단위 인자법 : 1을 곱하면 그 값은 변하지 않는다.  
1을 곱해서 많은 것들을 전환 시킬 수 있다.

$$1 \text{ ft} = 12 \text{ in.}$$

양쪽을 1 ft로 모두 나눠주면

$$\frac{1 \cancel{\text{ft}}}{1 \cancel{\text{ft}}} = \frac{12 \text{ in.}}{1 \text{ ft}} \text{ 이거나 } 1 = \frac{12 \text{ in.}}{1 \text{ ft}} \text{ 이다.}$$

$$\frac{1 \text{ yd}}{3 \text{ ft}}, \frac{1 \text{ yd}}{36 \text{ in.}}, \frac{1 \text{ mi}}{5280 \text{ ft}}, \frac{4 \text{ qt}}{1 \text{ gal}}, \frac{2000 \text{ lb}}{1 \text{ ton}}$$

길이 1 in. = 2.54 cm

질량과 무게 1 lb = 454 g

부피 1 qt = 0.946 L 또는 1 L = 1.06 qt

## 예제 1-3 단위 전환

옹스트룀(Å)은 길이의 단위로  $1 \times 10^{-10}$  m를 의미하며 원자 반지름을 표시할 때 주로 사용되는 단위이다. 나노미터(nanometer)도 원자 반지름을 표시할 때 많이 사용된다. 인(phosphorus)의 원자 반지름은 1.10 Å이다. 이 원자 반지름을 센티미터와 나노미터로 표시하여라.

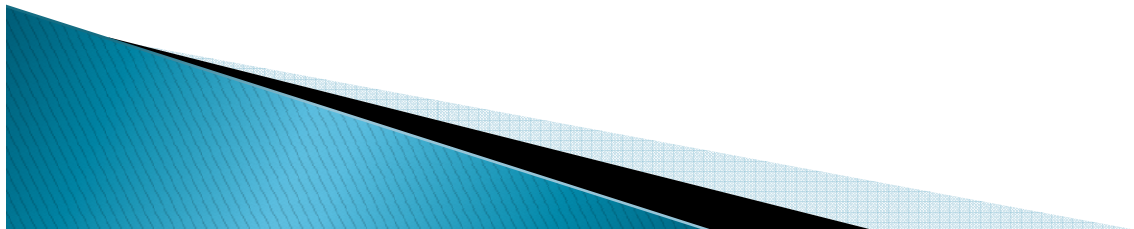
### 계획

$1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$ ,  $1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$ ,  $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$  라는 단위 인자를 사용하여 원하는 단위로 전환한다.

### 풀이

$$? \text{ cm} = 1.10 \text{ Å} \times \frac{1 \times 10^{-10} \text{ m}}{1 \text{ Å}} \times \frac{1 \text{ cm}}{1 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1.10 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$? \text{ nm} = 1.10 \text{ Å} \times \frac{1.0 \times 10^{-10} \text{ m}}{1 \text{ Å}} \times \frac{1 \text{ nm}}{1 \times 10^{-9} \text{ m}} = 1.10 \times 10^{-1} \text{ nm}$$



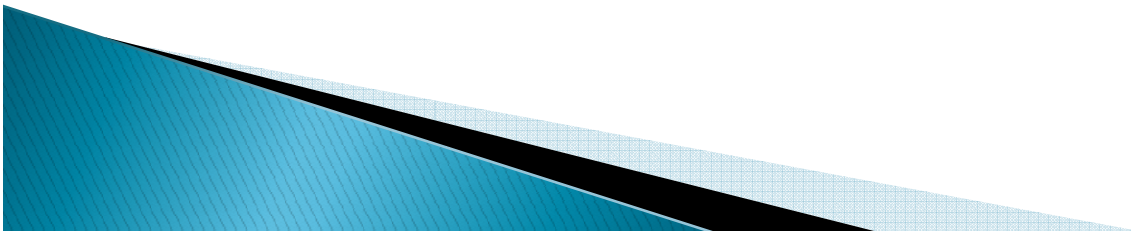
## 예제 1-3 단위 전환

---

옹스트롬( $\text{\AA}$ )은 길이의 단위로  $1 \times 10^{-10}$  m를 의미하며 원자 반지름을 표시할 때 주로 사용되는 단위이다. 나노미터(nanometer)도 원자 반지름을 표시할 때 많이 사용된다. 인(phosphorus)의 원자 반지름은  $1.10 \text{ \AA}$ 이다. 이 원자 반지름을 센티미터와 나노미터로 표시하여라.

### 계획

$1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10}$  m,  $1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2}$  m,  $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9}$  m 라는 단위 인자를 사용하여 원하는 단위로 전환한다.





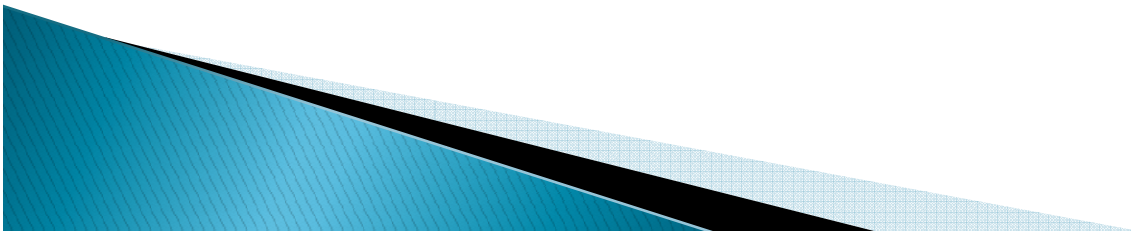
## 예제 1-4 부피 계산

---

인(phosphorus) 원자가 구형이라고 가정하고 그 부피를  $\text{\AA}^3$ ,  $\text{cm}^3$ , 그리고  $\text{nm}^3$ 으로 각각 계산하여라. 구의 부피를 구하는 식은  $V = \left(\frac{4}{3}\right)\pi r^3$ 이다. 인의 원자 반지름은  $1.10 \text{ \AA}$ 이다. 이 원자 반지름을 센티미터와 나노미터로 표시하여라.

### 계획

예제 1-3을 참조하여 단위를 맞춰 구한다.



## 예제 1-4 부피 계산

---

인(phosphorus) 원자가 구형이라고 가정하고 그 부피를  $\text{\AA}^3$ ,  $\text{cm}^3$ , 그리고  $\text{nm}^3$ 으로 각각 계산하여라. 구의 부피를 구하는 식은  $V = (\frac{4}{3})\pi r^3$ 이다. 인의 원자 반지름은  $1.10 \text{ \AA}$ 이다. 이 원자 반지름을 센티미터와 나노미터로 표시하여라.

### 계획

예제 1-3을 참조하여 단위를 맞춰 구한다.

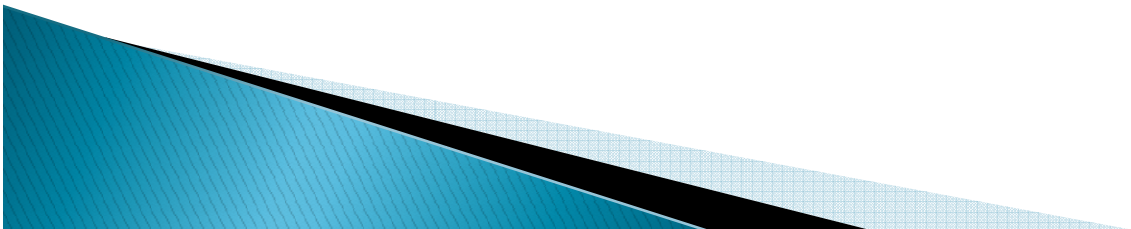
### 풀이

$$? \text{ \AA}^3 = (\frac{4}{3})\pi(1.10 \text{ \AA})^3 = 5.58 \text{ \AA}^3$$

$$? \text{ cm}^3 = (\frac{4}{3})\pi(1.10 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 = 5.58 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$$

$$? \text{ nm}^3 = (\frac{4}{3})\pi(1.10 \times 10^{-1} \text{ nm})^3 = 5.58 \times 10^{-3} \text{ nm}^3$$

---



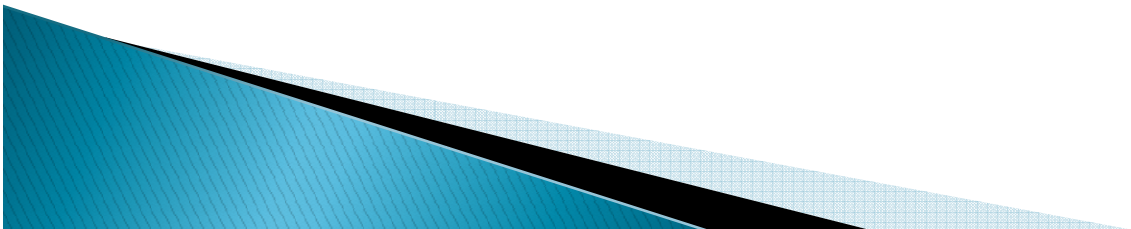
## 예제 1-5 에너지 전환

---

보통 에너지는 erg(에르그)라는 단위로 표시한다.  $3.74 \times 10^{-2}$  erg를 에너지의 SI 단위인 줄(joules)과 킬로줄(kilojoules)로 전환하여라. 1 erg는 정확히  $1 \times 10^{-7}$  J이다.

### 계획

이 문제를 풀려면 erg와 joule 사이에 단위 인자가 필요하다. 또 단위 인자를 *kilo-*의 접두어에 맞게 전환할 단위 인자도 필요하다.



## 예제 1-5 에너지 전환

---

보통 에너지는 erg(에르그)라는 단위로 표시한다.  $3.74 \times 10^{-2}$  erg를 에너지의 SI 단위인 줄(joules)과 킬로줄(kilojoules)로 전환하여라. 1 erg는 정확히  $1 \times 10^{-7}$  J이다.

### 계획

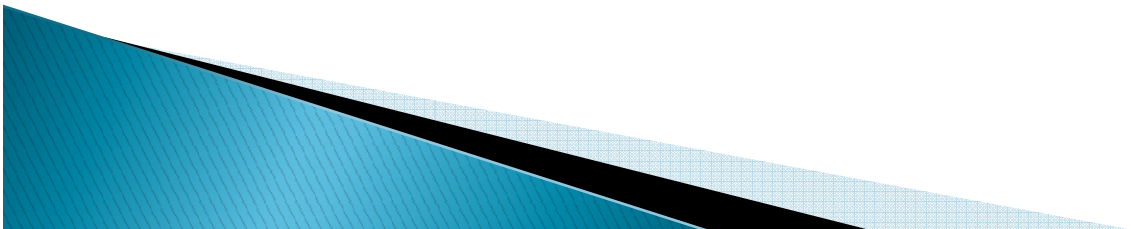
이 문제를 풀려면 erg와 joule 사이에 단위 인자가 필요하다. 또 단위 인자를 *kilo-*의 접두어에 맞게 전환할 단위 인자도 필요하다.

### 풀이

$$\underline{\quad} \text{ J} = 3.74 \times 10^{-2} \text{ erg} \times \frac{1 \times 10^{-7} \text{ J}}{1 \text{ erg}} = 3.74 \times 10^{-9} \text{ J}$$

$$\underline{\quad} \text{ kJ} = 3.74 \times 10^{-9} \text{ J} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 3.74 \times 10^{-12} \text{ kJ}$$

---

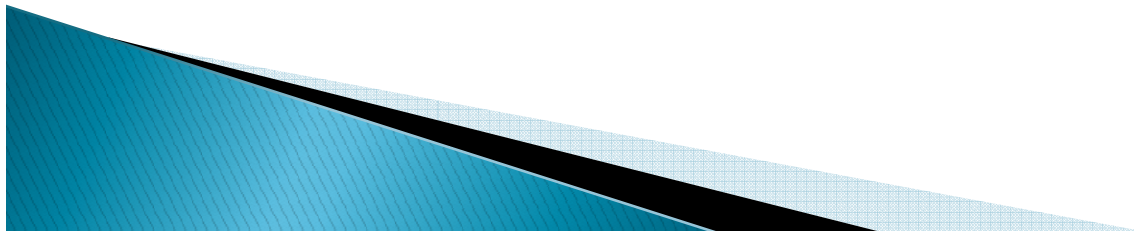


## 1-10 백분율 (percentage)

$$\% A(\text{질량}) = \frac{\text{A 부분 질량}}{\text{혼합물의 질량}} \times 100$$

A의 질량 ← → 혼합물의 양

한 시료에서 탄소가 전체 질량의 24.4 %를 차지한다면 이것은 시료 전체의 질량을 100으로 볼 때 그 중 24.4의 부분 질량을 탄소가 차지함을 의미한다.



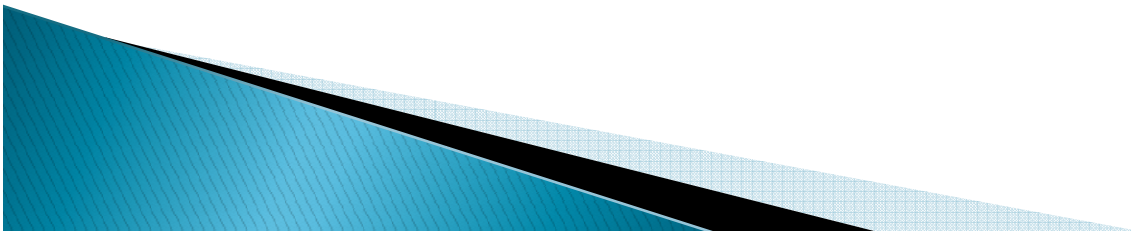
## 예제 1-6 백분율

---

1982년 이래 미국의 동전은 97.6%의 아연(zinc)과 2.4%의 구리(copper)로 만들어진다. 어떤 동전의 질량이 1.494 g이었다면 몇 g의 아연이 동전에 포함되어 있겠는가?

### 계획

아연에 관해 백분율을 써보면  $\frac{\text{아연 } 97.6 \text{ g}}{\text{동전 } 100 \text{ g}}$  이다.



## 예제 1-6 백분율

---

1982년 이래 미국의 동전은 97.6%의 아연(zinc)과 2.4%의 구리(copper)로 만들어진다. 어떤 동전의 질량이 1.494 g이었다면 몇 g의 아연이 동전에 포함되어 있겠는가?

### 계획

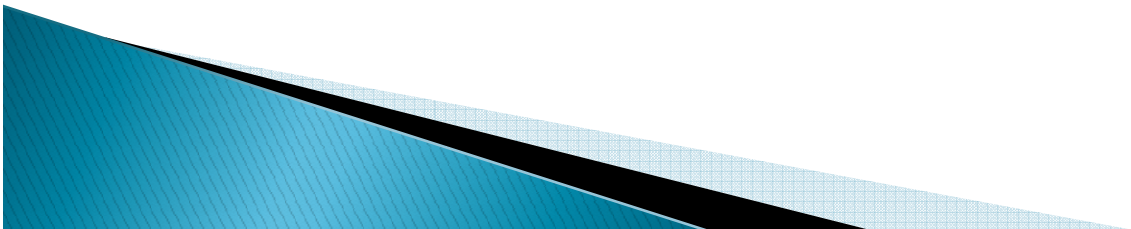
아연에 관해 백분율을 써보면  $\frac{\text{아연 } 97.6 \text{ g}}{\text{동전 } 100 \text{ g}}$  이다.

### 풀이

$$\underline{?} \text{ g zinc} = 1.494 \text{ g sample} \times \frac{97.6 \text{ g zinc}}{100 \text{ g sample}} = 1.46 \text{ g zinc}$$

유효 숫자는 97.6%가 세 개의 유효 숫자를 가지므로 계산 값도 세 개의 유효 숫자를 가져야 한다.

---



# 1-11 밀도와 비중

밀도(density) : 단위 부피 당 질량.

물질의 고유한 특성.

액체와 고체 밀도 → g/cm<sup>3</sup>, g/mL

기체 밀도 → g/L

$$\text{밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} \quad \text{또는} \quad D = \frac{m}{V}$$

**표 1-6** 몇 가지 물질의 밀도

물질	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	물질	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )
수소(hydrogen (gas))	0.000089	모래 (sand)*	2.32
이산화탄소(carbon dioxide (gas))	0.0019	알루미늄(aluminum)	2.70
코르크(cork)*	0.21	철(iron)	7.86
참나무(oak wood)*	0.71	구리(copper)	8.92
에탄올(ethyl alcohol)	0.789	은(silver)	10.50
물(water)	1.00	납(lead)	11.34
마그네슘(magnesium)	1.74	수은(mercury)	13.59
식용소금(table salt)	2.16	금(gold)	19.30

\* 예로든 cork, oak wood 그리고 sand는 익숙한 물질들이다. 이들은 표에 있는 다른 물질들과 달리 순수한 원소나 화합물이 아니다.



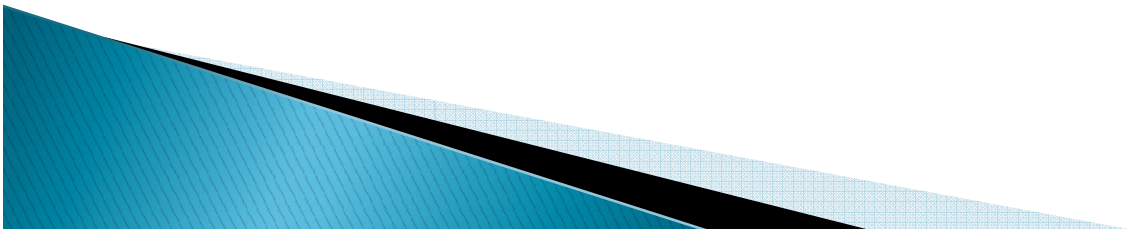
## 예제 1-7 밀도, 질량, 부피

---

에탄올 47.3 mL는 37.32 g의 질량을 갖는다. 이 에탄올의 밀도를 구하여라.

### 계획

밀도의 정의를 생각한다.



## 예제 1-7 밀도, 질량, 부피

---

에탄올 47.3 mL는 37.32 g의 질량을 갖는다. 이 에탄올의 밀도를 구하여라.

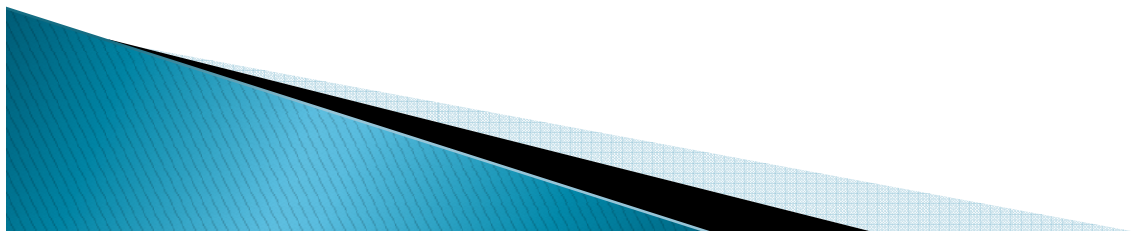
### 계획

밀도의 정의를 생각한다.

### 풀이

$$D = \frac{m}{V} = \frac{37.32 \text{ g}}{47.3 \text{ mL}} = 0.789 \text{ g/mL}$$

---



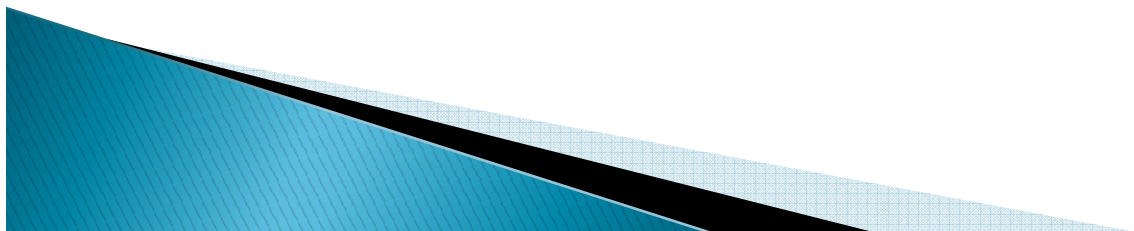
## 예제 1-8 밀도, 질량, 부피

---

어떤 화학 반응에 에탄올 116 g이 필요하다면 당신이 사용할 액체 에탄올의 부피는 얼마인가?

### 계획

예제 1-7에서 에탄올의 밀도를 알았다. 에탄올의 질량,  $m$ 이 주어졌다. 그리고  $D$ 와  $m$  사이의 관계식이  $D=m/V$ 인 것도 안다. 이를 사용해서 푼다.



## 예제 1-8 밀도, 질량, 부피

---

어떤 화학 반응에 에탄올 116 g이 필요하다면 당신이 사용할 액체 에탄올의 부피는 얼마인가?

### 계획

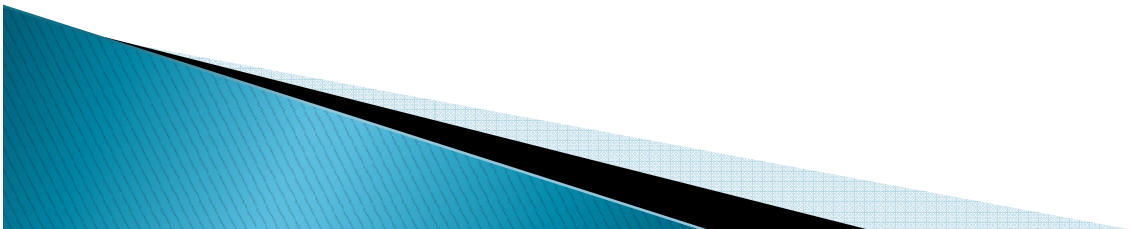
예제 1-7에서 에탄올의 밀도를 알았다. 에탄올의 질량,  $m$ 이 주어졌다. 그리고  $D$ 와  $m$  사이의 관계식이  $D=m/V$ 인 것도 안다. 이를 사용해서 푼다.

### 풀이

에탄올의 밀도는 0.789 g/mL이다.

$$D = \frac{m}{V} \text{ 에서 } V = \frac{m}{D} = \frac{116 \text{ g}}{0.789 \text{ g/mL}} = 147 \text{ mL}$$

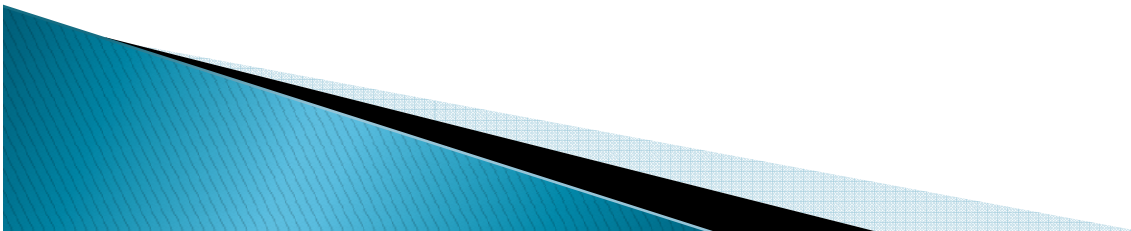
---



비중 (specific gravity) : 같은 온도에서 물에 대한 그 물체의 밀도 비로 정의.

$$\text{비중} = \frac{D_{\text{물질}}}{D_{\text{물}}}$$

: 어떤 물체가 물보다 얼마나 더 무거운가를 알려준다.



## 예제 1-9 비중, 부피, 무게 퍼센트

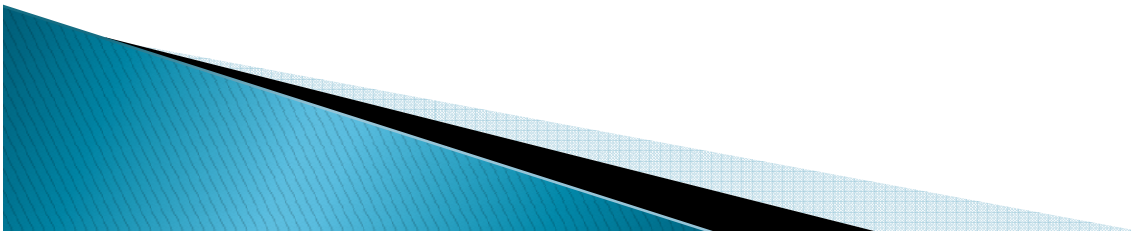
---

전지산(battery acid)은 40.0%의 황산( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )과 물 60.0%의 무게 퍼센트로 되어 있다. 이것의 비중은 1.31이다. 100.0 mL의 전지산에 있는 순수한 황산의 질량을 계산하여라.

### 계획

백분율은 질량을 기본으로 하므로 산성 용액의 부피 100.0 mL를 질량으로 전환해야 한다. 그러기 위해서는 액체의 밀도가 필요하다.

물의 밀도가 1.00 g/mL으로 20 °C에서 밀도와 비중은 같다. 밀도를 단위 인자로 사용하여 주어진 액체의 부피를 질량 단위로 전환할 수 있다. 그런 다음 용액의 질량과 산의 질량의 비를 사용해서 백분율을 구한다.



## 예제 1-9 비중, 부피, 무게 퍼센트

전지산(battery acid)은 40.0%의 황산( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )과 물 60.0%의 무게 퍼센트로 되어 있다. 이것의 비중은 1.31이다. 100.0 mL의 전지산에 있는 순수한 황산의 질량을 계산하여라.

### 계획

백분율은 질량을 기본으로 하므로 산성 용액의 부피 100.0 mL를 질량으로 전환해야 한다. 그러기 위해서는 액체의 밀도가 필요하다.

물의 밀도가 1.00 g/mL으로 20 °C에서 밀도와 비중은 같다. 밀도를 단위 인자로 사용하여 주어진 액체의 부피를 질량 단위로 전환할 수 있다. 그런 다음 용액의 질량과 산의 질량의 비를 사용해서 백분율을 구한다.

### 풀이

주어진 비중 값으로부터 밀도를 구하면, 밀도는 1.31 g/mL이다. 용액이 40.0% 황산과 60.0% 물로 되었으므로 단위 인자 40.0 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ /100 g 용액을 쓸 수 있다.

이제 문제를 풀면,

$$\text{? H}_2\text{SO}_4 = 100.0 \text{ mL soln} \times \frac{1.31 \text{ g soln}}{1 \text{ mL soln}} \times \frac{40.0 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g soln}} = 52.4 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

# 1-12 열과 온도

열 : 에너지의 한 형태.

    항 더 뜨거운 물체에서 차가운 물체로 자발적으로 흐른다.

온도 : 물체가 뜨겁거나 혹은 차거나 하는 열의 세기를 측정.

    수은 온도계로 측정. (수은은 온도가 상승함에 따라 다른 액체보다 더 잘 팽창하므로 온도계로 유용)

    °C 셀시우스 - 스웨덴의 천문학자 앤더스 셀시우스(Anders Celsius)가 개발.

        물의 어는점과 끓는점 → 0 °C, 100 °C (두 점 사이 100단위)

    °F 화런하이트 -독일의 기계제작자 가브리엘 화런하이트(Gabriel Fahrenheit)가 고안.

        물의 어는점과 끓는점 → 32 °F, 212 °F (두 점 사이 180단위)

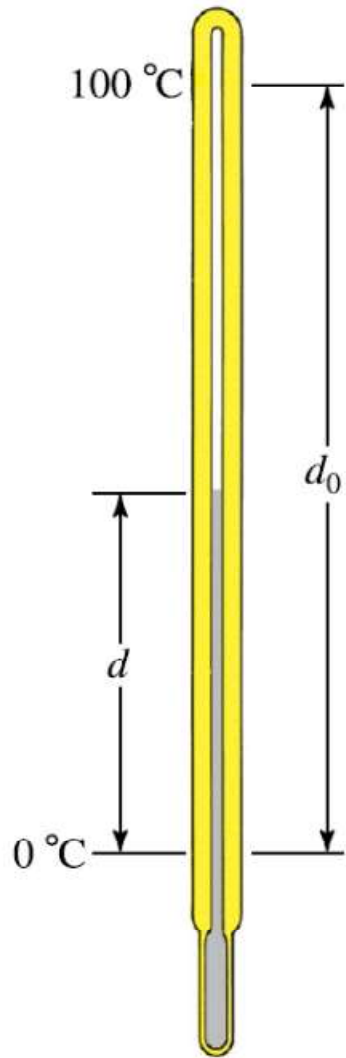
    K 켈빈 - 과학에서 온도는 주로 켈빈(K, Kelvin) 온도(절대온도)를 사용한다.

$$? \text{ K} = ? \text{ } ^\circ\text{C} + 273.15^\circ \quad \text{또는} \quad ? \text{ } ^\circ\text{C} = ? \text{ K} - 273.15^\circ$$

$$\frac{180 \text{ } ^\circ\text{F}}{100 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \text{또는} \quad \frac{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}}{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \text{그리고} \quad \frac{100 \text{ } ^\circ\text{C}}{180 \text{ } ^\circ\text{F}} \quad \text{또는} \quad \frac{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}}{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$? \text{ } ^\circ\text{F} = \left( x \text{ } ^\circ\text{C} \times \frac{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}}{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}} \right) + 32 \text{ } ^\circ\text{F} \quad \text{그리고} \quad ? \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}}{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}} (x \text{ } ^\circ\text{F} - 32 \text{ } ^\circ\text{F})$$





◀ 그림 1-9

수은 온도계에서 45 °C로 읽었을 때,  $d$ 는 0°C 수은 위치에서 100 °C 수은 위치까지의 길이를  $d_0$ 라하면  $0.45d_0$ 와 같다.

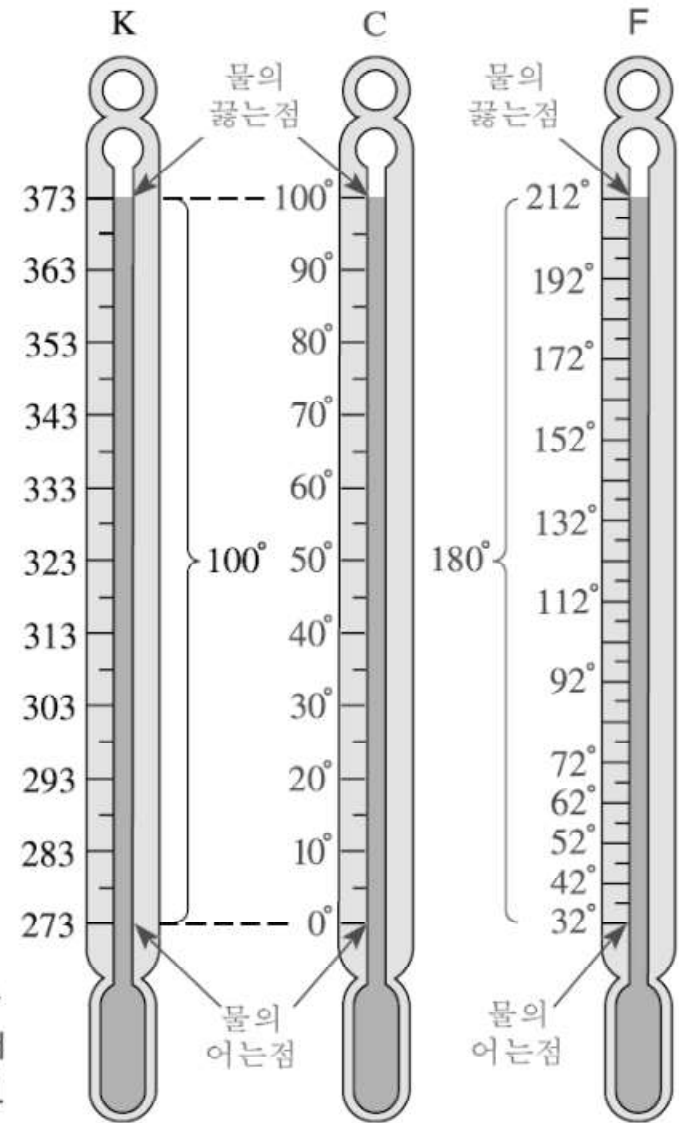


그림 1-10 ▶  
켈빈, 섭씨 그리고 화씨 온도 척도 간의 관계.

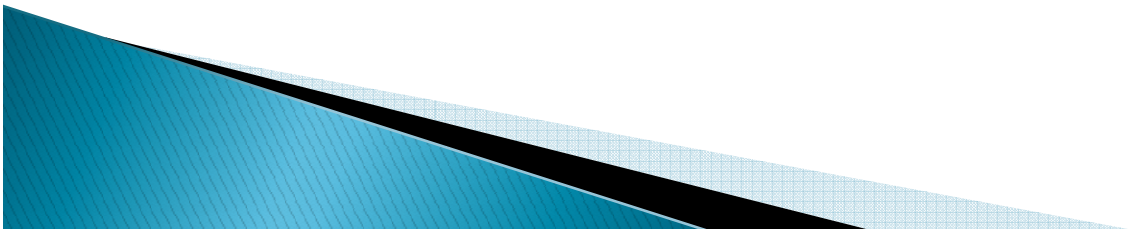
## 예제 1-10 온도 전환

---

어떤 물체의 온도가  $100^{\circ}\text{F}$ 이다. 섭씨 온도로 전환하여라.

### 계획

위의 관계식을 이용한다.



## 예제 1-10 온도 전환

---

어떤 물체의 온도가 100 °F이다. 섭씨 온도로 전환하여라.

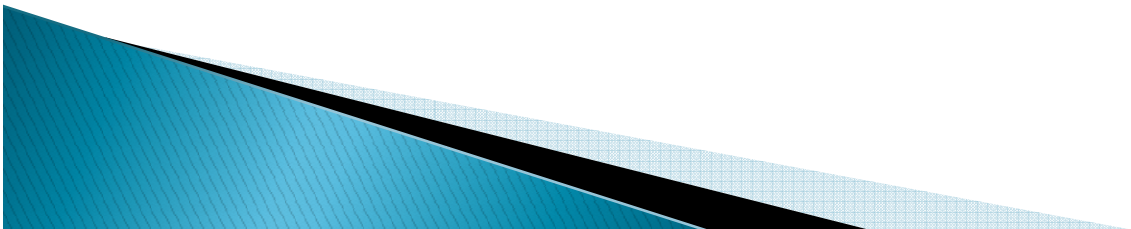
### 계획

위의 관계식을 이용한다.

### 풀이

$$\underline{?} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}}{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}} (100. \text{ } ^\circ\text{F} - 32 \text{ } ^\circ\text{F}) = \frac{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}}{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}} (68 \text{ } ^\circ\text{F}) = 38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

---



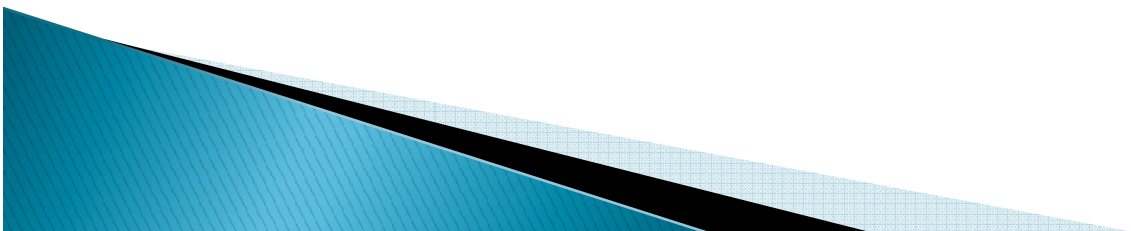
## 예제 1-11 온도 전환

---

절대 온도 400 K를 화씨 온도로 전환하여라.

계획

$? \text{ } ^\circ\text{C} = \text{K} - 273$ 을 사용한다.



## 예제 1-11 온도 전환

---

절대 온도 400 K를 화씨 온도로 전환하여라.

계획

$$? \text{ } ^\circ\text{C} = \text{K} - 273 \text{을 사용한다.}$$

풀이

$$? \text{ } ^\circ\text{C} = (400 \text{ K} - 273 \text{ K}) \frac{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}}{1.0 \text{ K}} = 127 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$? \text{ } ^\circ\text{F} = \left( 127 \text{ } ^\circ\text{C} \times \frac{1.8 \text{ } ^\circ\text{F}}{1.0 \text{ } ^\circ\text{C}} \right) + 32 \text{ } ^\circ\text{F} = 261 \text{ } ^\circ\text{F}$$

---

