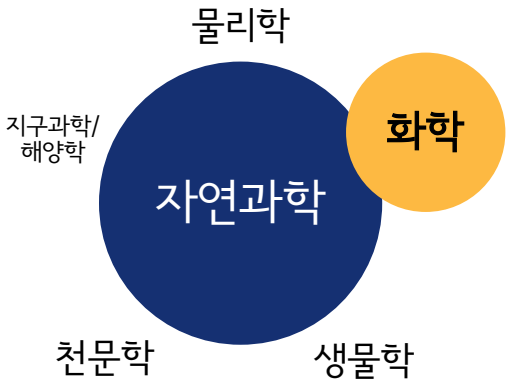
1장 왜 화학을 공부하는가?

자연과학의 개념 및 정의
왜 화학을 공부하는가?

1. 자연과학의 개념 및 정의



자연과학: 자연현상, 특히 자연의 합법칙성에 관한 일정한 이론체계를 연구하는 학문

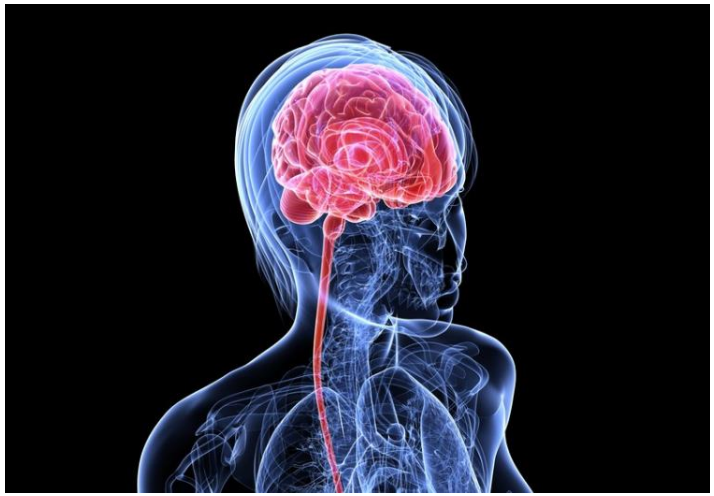
- **화학: 물질의 성질·조성·구조 및 그 변화를 다루는 학문**
- 생물학: 생물의 구조와 기능을 연구하는 학문

- 물리학: 생물적 자연 이외의 무기적 자연의 논리성을 합법칙성으로 인식하는 것을 목적으로 하는 학문
- 천문학: 우주의 구조, 천체의 현상, 다른 천체와의 관계 등을 연구하는 학문
- 지구과학: 지구 및 지구를 포함한 행성간 공간에 대해 연구하는 학문
- 해양학: 바다에서 일어나는 모든 자연과학적 현상과 과정을 관찰, 분석하여 바다를 탐구하는 학문

2. 왜 화학을 공부하는가?

화학은 우리의 삶과 매우 밀접하게 관련되어 있음





일상에서의 화학

- 화학적으로 생산한 합성수지
- 안전한 수돗물, 합성비타민
- 에너지를 이용한 자동차
- 종이와 잉크

인간에서의 화학

- 호르몬
- 영양분
- 행동과 감정, 기억

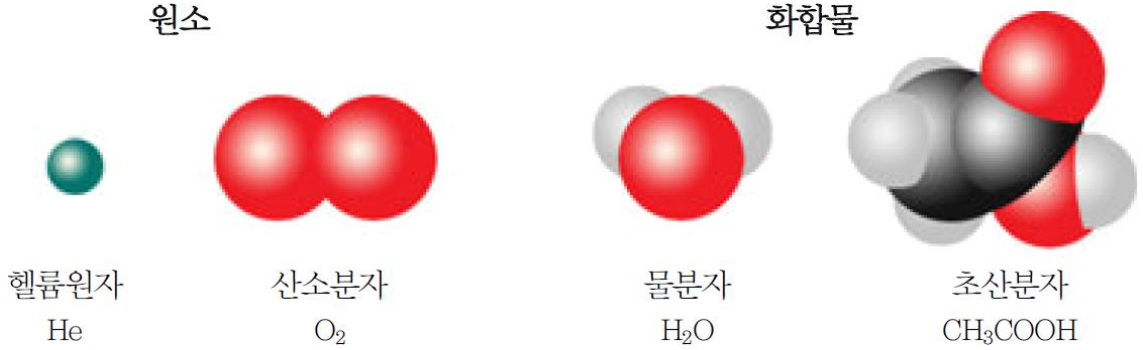
2장 물질 (Matter)

물질
물질을 측정하는 법
측정 단위

1. 물질의 분류:원소, 화합물, 혼합물 (Elements, Compounds, Mixture)

물질: 공간을 차지하고 질량을 가진 모든 것, 순물질과 혼합물로 분류

- 순물질(Pure Substance): 한 가지 물질만으로 이루어진 물질



원소: 화학적 방법에 의해서 더 이상 간단한 물질로 분해할 수 없는 물질

(많은 원소들은 단일 원자로 존재하나 일부 원소들은 분자적 형태로 존재)

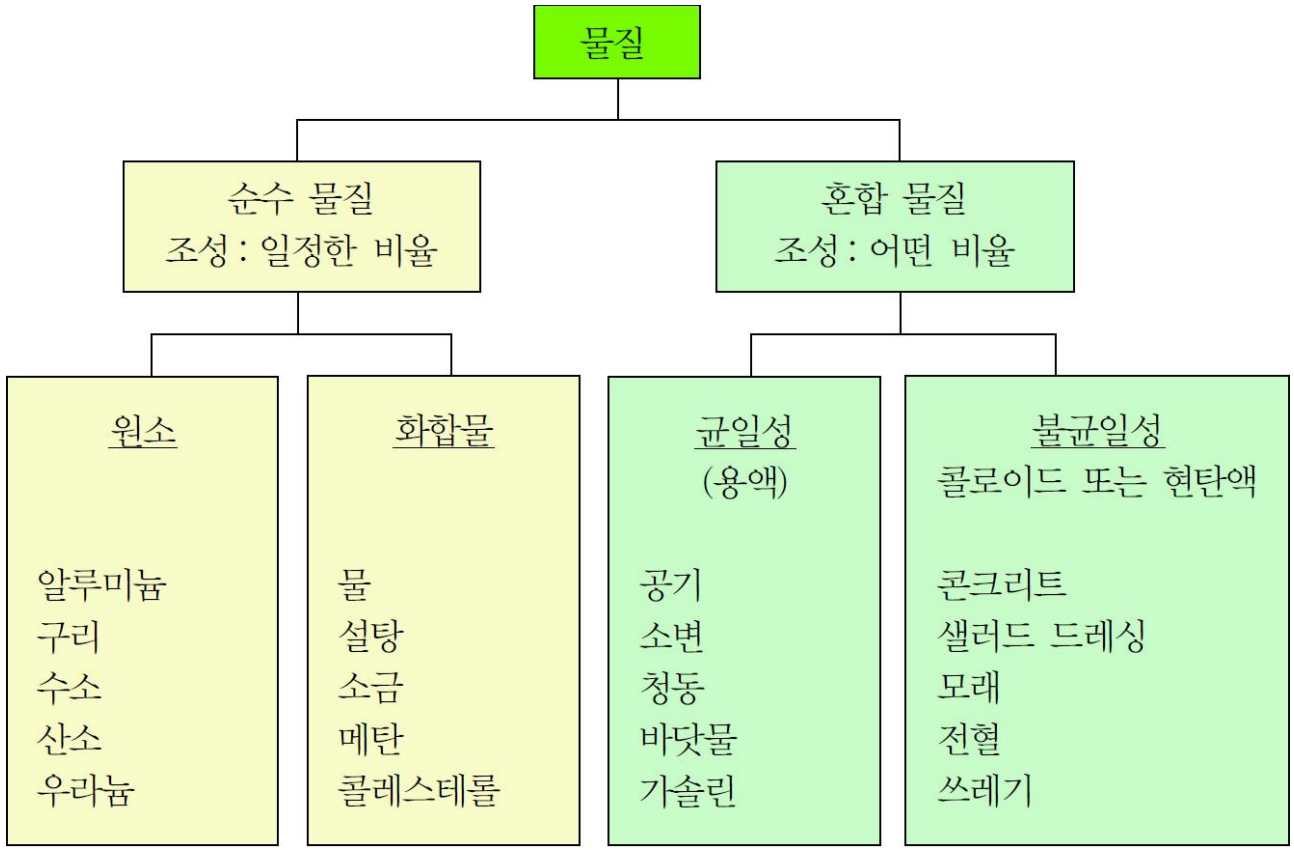
화합물: 화학적 방법에 의해 간단한 물질로 분해할 수 있는 물질

둘 이상의 원소가 일정한 조성으로 구성된 단일 성질을 가진 물질

원자(Atom): 원소의 성질을 지닌 원소의 최소 단위

분자(Molecule): 두개 혹은 그 이상의 원자들이 함께 결합된 화학적 단위

1. 물질의 분류:원소, 화합물, 혼합물 (Elements, Compounds, Mixture)



- 혼합물: 두 가지 이상의 물질이 반응하지 않고 어떤 비율로 섞여 있는 것
  균일 혼합물과 불균일 혼합물

2. 원소에 대한 명명과 기호 (Names and Symbols)

표 준 주 기 율 표
Periodic Table of the Elements

표기법:
원자 번호
기호
원소명(국문)
원소명(영문)
일반 원자량
표준 원자량

1												13	14	15	16	17	18
1 **H** 수소 hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2																2 **He** 헬륨 helium 4.0026
3 **Li** 리튬 lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 **Be** 베릴륨 beryllium 9.0122											5 **B** 붕소 boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 **C** 탄소 carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 **N** 질소 nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 **O** 산소 oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 **F** 플루오린 fluorine 18.998	10 **Ne** 네온 neon 20.180
11 **Na** 소듐 sodium 22.990	12 **Mg** 마그네슘 magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 **Al** 알루미늄 aluminium 26.982	14 **Si** 규소 silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 **P** 인 phosphorus 30.974	16 **S** 황 sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 **Cl** 염소 chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 **Ar** 아르곤 argon 39.948
19 **K** 포타슘 potassium 39.098	20 **Ca** 칼슘 calcium 40.078(4)	21 **Sc** 스칸듐 scandium 44.956	22 **Ti** 타이타늄 titanium 47.867	23 **V** 바나듐 vanadium 50.942	24 **Cr** 크로뮴 chromium 51.996	25 **Mn** 망가니즈 manganese 54.938	26 **Fe** 철 iron 55.845(2)	27 **Co** 코발트 cobalt 58.933	28 **Ni** 니켈 nickel 58.693	29 **Cu** 구리 copper 63.546(3)	30 **Zn** 아연 zinc 65.38(2)	31 **Ga** 갈륨 gallium 69.723	32 **Ge** 저마늄 germanium 72.630(8)	33 **As** 비소 arsenic 74.922	34 **Se** 셀레늄 selenium 78.971(8)	35 **Br** 브로민 bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 **Kr** 크립톤 krypton 83.798(2)
37 **Rb** 루비듐 rubidium 85.468	38 **Sr** 스트론튬 strontium 87.62	39 **Y** 이트륨 yttrium 88.906	40 **Zr** 지르코늄 zirconium 91.224(2)	41 **Nb** 나이오븀 niobium 92.906	42 **Mo** 몰리브데넘 molybdenum 95.95	43 **Tc** 테크네튬 technetium	44 **Ru** 루테늄 ruthenium 101.07(2)	45 **Rh** 로듐 rhodium 102.91	46 **Pd** 팔라듐 palladium 106.42	47 **Ag** 은 silver 107.87	48 **Cd** 카드뮴 cadmium 112.41	49 **In** 인듐 indium 114.82	50 **Sn** 주석 tin 118.71	51 **Sb** 안티모니 antimony 121.76	52 **Te** 텔루륨 tellurium 127.60(3)	53 **I** 아이오딘 iodine 126.90	54 **Xe** 제논 xenon 131.29
55 **Cs** 세슘 caesium 132.91	56 **Ba** 바륨 barium 137.33	57-71 란타넘족 lanthanoids	72 **Hf** 하프늄 hafnium 178.49(2)	73 **Ta** 탄탈럼 tantalum 180.95	74 **W** 텅스텐 tungsten 183.84	75 **Re** 레늄 rhenium 186.21	76 **Os** 오스뮴 osmium 190.23(3)	77 **Ir** 이리듐 iridium 192.22	78 **Pt** 백금 platinum 195.08	79 **Au** 금 gold 196.97	80 **Hg** 수은 mercury 200.59	81 **Tl** 탈륨 thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 **Pb** 납 lead 207.2	83 **Bi** 비스무트 bismuth 208.98	84 **Po** 폴로늄 polonium	85 **At** 아스타틴 astatine	86 **Rn** 라돈 radon
87 **Fr** 프랑슘 francium	88 **Ra** 라듐 radium	89-103 악티늄족 actinoids	104 **Rf** 러더포듐 rutherfordium	105 **Db** 두브늄 dubnium	106 **Sg** 시보귬 seaborgium	107 **Bh** 보륨 bohrium	108 **Hs** 하슘 hassium	109 **Mt** 마이트너륨 meitnerium	110 **Ds** 다름슈타튬 darmstadtium	111 **Rg** 뢴트게늄 roentgenium	112 **Cn** 코페르니슘 copernicium	113 **Nh** 니호늄 nihonium	114 **Fl** 플레로븀 flerovium	115 **Mc** 모스코븀 moscovium	116 **Lv** 리버모륨 livermorium	117 **Ts** 테네신 tennessine	118 **Og** 오가네손 oganesson

57 **La** 란타넘 lanthanum 138.91	58 **Ce** 세륨 cerium 140.12	59 **Pr** 프라세오디뮴 praseodymium 140.91	60 **Nd** 네오디뮴 neodymium 144.24	61 **Pm** 프로메튬 promethium	62 **Sm** 사마륨 samarium 150.36(2)	63 **Eu** 유로퓸 europium 151.96	64 **Gd** 가돌리늄 gadolinium 157.25(3)	65 **Tb** 터븀 terbium 158.93	66 **Dy** 디스프로슘 dysprosium 162.50	67 **Ho** 홀뮴 holmium 164.93	68 **Er** 어븀 erbium 167.26	69 **Tm** 툴륨 thulium 168.93	70 **Yb** 이터븀 ytterbium 173.05	71 **Lu** 루테튬 lutetium 174.97
89 **Ac** 악티늄 actinium	90 **Th** 토륨 thorium 232.04	91 **Pa** 프로트악티늄 protactinium 231.04	92 **U** 우라늄 uranium 238.03	93 **Np** 넵투늄 neptunium	94 **Pu** 플루토늄 plutonium	95 **Am** 아메리슘 americium	96 **Cm** 퀴륨 curium	97 **Bk** 버클륨 berkelium	98 **Cf** 캘리포늄 californium	99 **Es** 아인슈타이늄 einsteinium	100 **Fm** 페르뮴 fermium	101 **Md** 멘델레븀 mendelevium	102 **No** 노벨륨 nobelium	103 **Lr** 로렌슘 lawrencium

2. 원소에 대한 명명과 기호 (Names and Symbols)

관용명 (Common name)

- 특별한 규칙 없이 초기 화학자들에 의해 붙은 이름

  물(H_2O), 웃음기체(N_2O), 석회(CaO), 석고($CaSO_4$) 등

이온 화합물

- 음이온을 먼저 부르고 양이온을 나중에
- 단원자 양이온은 원소 그대로, 단원자 음이온은 원소에 '-화'를 붙여서

  NaCl 염화 소듐, MgO 산화 마그네슘, LiH 수소화 리튬

H^+	수소	H^-	수소화
Li^+	리튬	F^-	플루오린화
Na^+	소듐	Cl^-	염화
K^+	포타슘	Br^-	브로민화
Mg^{2+}	마그네슘	I^-	아이오딘화
Ca^{2+}	칼슘	O^{2-}	산화
Al^{3+}	알루미늄	P^{3-}	인화

2. 원소에 대한 명명과 기호 (Names and Symbols)

이온 화합물

- 금속이 두 종류 이상의 이온을 형성할 땐 금속이온의 전하를 로마 숫자로 표시

CuCl 염화 구리 (I), Fe_2O_3 산화 철 (III), MnO_2 산화 망가니즈 (IV)

Fe^{2+}	철(III)	Sn^{4+}	주석(IV)
Fe^{3+}	철(II)	Sn^{2+}	주석(II)
Cu^{2+}	구리(II)	Ag^{+}	은
Cu^{+}	구리(I)	Zn^{2+}	아연

- 다원자 이온

NH_4^{+}	암모늄	PO_4^{3-}	인산
NO_2^{-}	아질산	HPO_4^{2-}	인산수소
NO_3^{-}	질산	CO_3^{2-}	탄산
SO_3^{2-}	아황산	HCO_3^{-}	탄산수소
SO_4^{2-}	황산	$C_2H_3O_2^{-}$	아세트산
OH^{-}	수산화	MnO_4^{-}	과망가니즈산
CN^{-}	사이안화	$C_2O_4^{2-}$	옥살산

2. 원소에 대한 명명과 기호 (Names and Symbols)

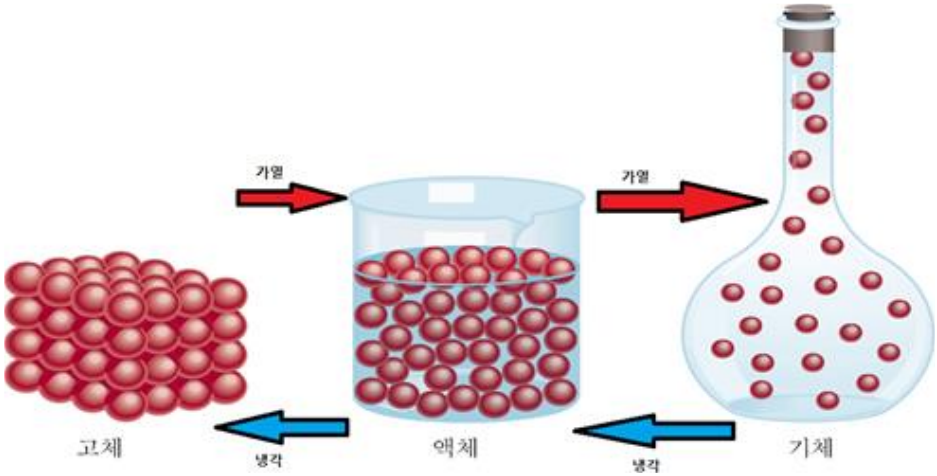
공유 화합물

- 두번째 원소에 '-화' 를 붙여서
- 다음에 붙이는 첫번째 원소는 원소 이름을 그대로
- 원자의 개수는 접두사를 붙여서 (한: 일, 이, 삼 / 영: 모노, 다이, 트라이 등)
- '일'은 첫번째 원소에는 붙이지 않음

N_2O	일산화 이질소	Dinitrogen monoxide
NO	일산화 질소	Nitrogen monoxide
NO_2	이산화 이질소	Nitrogen dioxide
N_2O_3	삼산화 이질소	Dinitrogen trioxide
N_2O_4	사산화 이질소	Dinitrogen tetroxide
N_2O_5	오산화 이질소	Dinitrogen pentoxide

3. 물리적인 변화와 화학적인 변화

물리적인 변화



- 물질의 형태는 변화하나 그것의 화학적 동질성은 유지되는 것
- 형태의 변화

  커피에 설탕이 녹는 것

  얼음, 물, 수증기

화학적인 변화

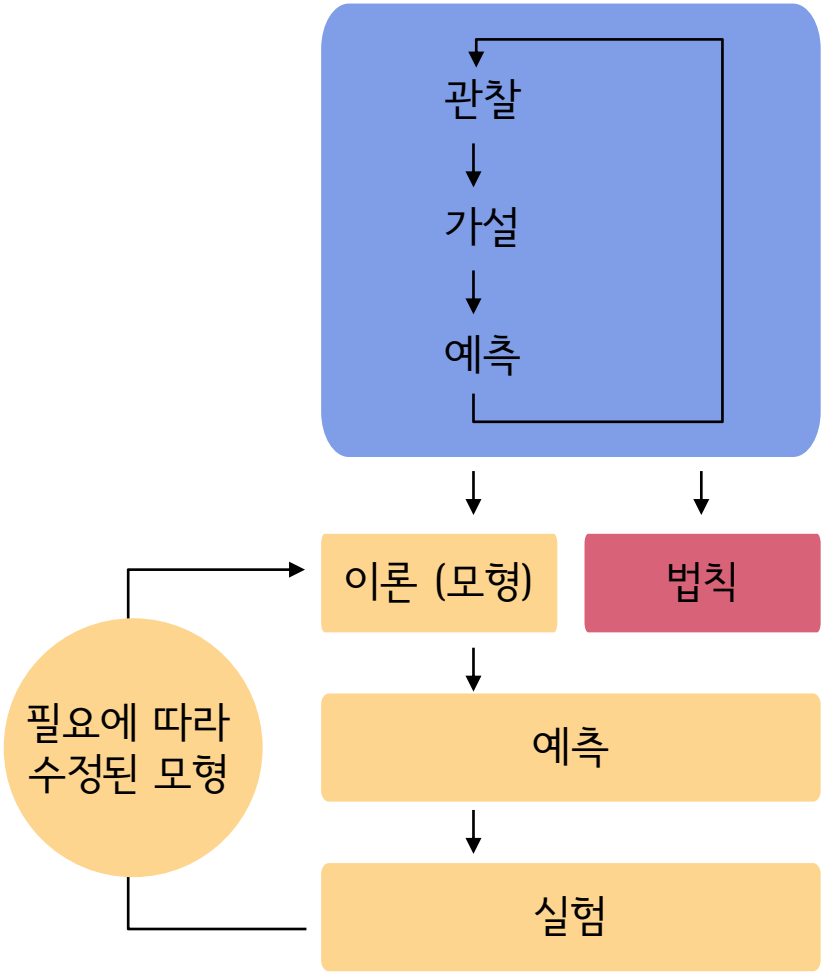


- 시작하는 물질(반응물)이 반응에 의해 다른 물질(생성물)로 형성
- 기본 화학 조성의 변화

  달걀 프라이 (단백질의 변성)

  부식된 자전거 (철의 산화)

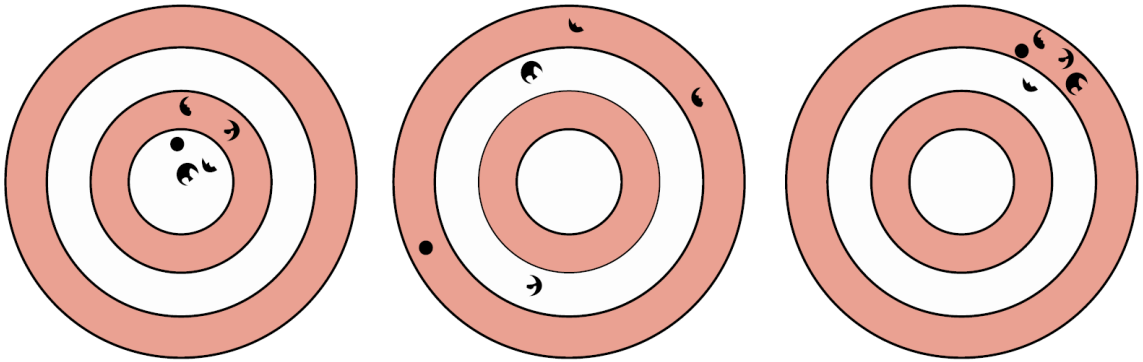
4. 과학적인 방법 (Scientific Method)



과학적인 방법: 관찰을 통해 가정을 세우고 그 가정을 검정하는 것

- 관찰(Observation): 정량 및 정성적 방법
- 가설(Formulating hypotheses): 관찰 결과에 대한 한 가지의 가능한 설명
- 실험(Performing experiments): 가설이 유효한지 결정할 수 있는 자료들을 수집 하는 과정
- 이론(Theory) / 모형(Model): 어떤 자연 현상을 포괄적으로 설명할 수 있는 검증된 가설
- 법칙(Natural law)

5. 정확도와 정밀도 (Accuracy, Precision)



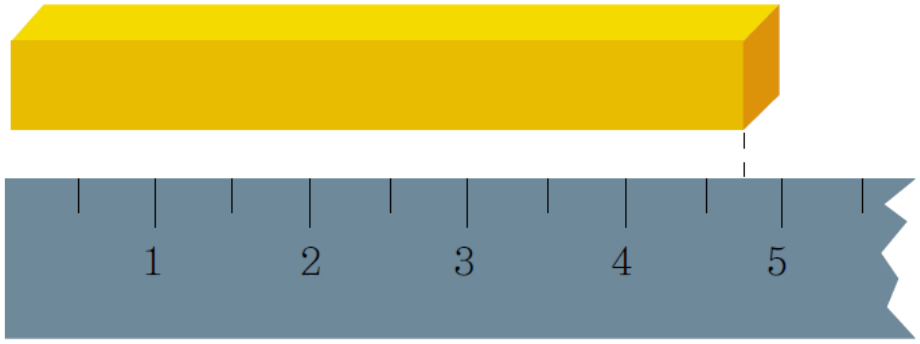
Ⅰ: 정밀하며 정확함
(우연오차와 계통오차가 작음)
Ⅱ: 정밀하지도 정확하지도 않음
(우연오차가 큼)
Ⅲ: 정밀하지만 정확하지 않음
(우연오차는 작지만 계통오차가 큼)

- 정확도: 측정값이 참값에 가까운 정도
- 정밀도: 반복된 측정값의 밀접한 정도 (측정의 재현성)

- 우연오차 (Random error, 불가측오차 indeterminate error):
  측정값이 경향성 없이 크거나 작게 나타나는 예측할 수 없는 오차
- 계통오차 (Systemic error, 가측오차 determinate error):
  측정값이 항상 크거나 작은 같은 경향성으로 나타나는 예측 가능한 오차

6. 유효수 (Significant Figures)

유효수: 측정 값의 확실한 자리 수와 불확실한 첫번째 자리 수(추정한 수)

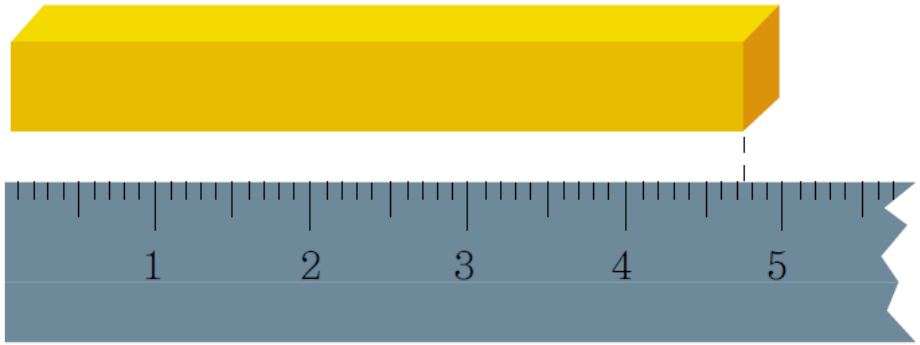


A

4.8

확실한 부분 불확실한 부분

유효수: 2개



B

4.75

확실한 부분 불확실한 부분

유효수: 3개

6. 유효수 (Significant Figures) - 유효수의 결정

- 0이 아닌 모든 수는 유효함　　27: 유효수 2개, 3.584: 유효수 4개

- 0이 아닌 숫자들 사이의 0은 유효　　1003: 유효수 4개, 1.03: 유효수 3개

- 0이 소수점 아래 마지막 수인 경우 유효　　39.0　3.90　3.90: 모두 유효수 3개

- 1보다 작은 수에서, 소수점 위치를 나타내기 위해 사용된 0은 유효하지 않음

  0.187　0.00187 : 모두 유효수 3개

- 1보다 큰 수에서, 길게 늘어선 0은 반드시 유효한 것은 아님

  12000 같은 수는 어디까지가 유효한지 알 수 없으므로 지수형으로 표현

  1.2×10^4: 유효수 2개

  1.20×10^3: 유효수 3개

  1.200×10^2: 유효수 4개

6. 유효수 (Significant Figures) - 유효수의 결정

- 0이 아닌 모든 수는 유효함
- 0이 아닌 숫자들 사이의 0은 유효
- 0이 소수점 아래 마지막 수인 경우 유효
- 1보다 작은 수에서, 소수점 위치를 나타내기 위해 사용된 0은 유효하지 않음
- 1보다 큰 수에서, 길게 늘어선 0은 반드시 유효한 것은 아니므로 지수형으로 표현

연습문제 주어진 수들의 유효수를 써라.

458.7	3×10^3
0.004	1.0003
1.704	9.00×10^4
325	0.0056
63.0	45.67

6. 유효수 (Significant Figures) - 유효수의 덧셈과 뺄셈

- 결과값의 소수 부분의 수는 모든 수 중 소수 부분의 가장 작은 수와 동일
- 계산된 결과 중 유효수의 정확한 수를 얻기 위해 비유효수는 반올림

연습문제

25, 1.278, 127.1, 5.45 를 더하라.

```
   25
    1.278
  127.1
+   5.45
  158.828   (계산기 답)
```

25는 소수 첫째자리부터 불확실하므로
소수 첫째자리에서 반올림한다.
따라서 유효수는 159가 된다.

19.57 에서 1.286을 빼라.

```
 19.57
-1.286
 18.284  (계산기 답)
```

19.57은 소수 셋째자리부터 불확실하므로
소수 셋째자리에서 반올림한다.
따라서 유효수는 18.28이 된다.

6. 유효수 (Significant Figures) - 유효수의 곱셈과 나눗셈

- 결과값의 유효수의 개수는 모두 숫자 중 유효수가 가장 적은 것과 동일
- 계산된 결과 중 유효수의 정확한 수를 얻기 위해 비유효수는 반올림

연습문제

13.6과 0.04를 곱하라.

$$13.6 \times 0.04 = 0.0544(\text{계산기 답})$$

0.04는 유효수가 하나 밖에 없으므로
따라서 답은 하나의 유효수를 갖는다.
유효수를 하나만 남기고 반올림 하면 0.05가 된다.

67.0을 563으로 나누어라.

$$\frac{67.0}{563} = 0.1190053(\text{계산기 답})$$

67.0과 563는 모두 유효수가 세 개이므로
따라서 답은 세 개의 유효수를 갖는다.
유효수를 세 개만 남기고 반올림 하면 0.119가 된다.

7. 단위의 SI계 (SI System of Units)

단위인자법(Unit factor method): 측정단위로 표시된 숫자로 계산하는 방법

- 한 단위에서 다른 단위로 환산

- 길이 (Length)	- 부피 (Volume)	- 질량 (Mass)
1 cm = 10 mm	1 m^3 = 1000 liters	1 kg = 1000 g
1 m = 100 cm	1 liter = 1000 milliliters (ml)	1 g = 1000 mg
1 m = 1000 mm	1 ml = 1 cubic centimeters (cc)	1.0 kg = 2.2 lb (pound)
1 inch = 2.54 cm	1 pint = 0.473 liters	1 oz = 28.4 g
1 yd = 0.914 m	1 qt = 0.946 liters	1 lb (pound) = 454 g
1 mi (mile) = 1.61 km	1 gallon (gal) = 3.78 liters	1 lb (pound) = 0.454 kg

- 1피트(ft)는 12인치일 때, 2피트는 몇 인치인가?
- 2피트는 몇 cm인가?

7. 단위의 SI계 (SI System of Units)

SI 단위계: 국제 표준 단위 (International System of Units)

표 2. 1 SI계에서 기본 단위

양	명칭	기호
길이	meter	m
질량	kilogram	kg
시간	second	s
온도	kelvin	K
물질의 양	mole	mol
전류	ampere	A
발광강도	candela	cd

7. 단위의 SI계 (SI System of Units)

표 2. 2 미터와 SI계에서 사용되는 접두사

접두사	기호	배수	예
tera–	T	10^{12}	terameter, Tm = 10^{12} meter
giga–	G	10^{9}	gigameter, Gm = 10^{9} meter
mega–	M	10^{6}	mega meter, Mm = 10^{6} meter
kilo–	k	$1000 = 10^{3}$	kilometer, km = 1000 meters
hecto–	h	$100 = 10^{2}$	hectometer, hm = 100 meters
deka–	da	$10 = 10^{1}$	dekameter, dam = 10 meters meter, m(basic unit)
deci–	d	$0.1 = 10^{-1}$	decimeter, dm = 0.1 meter
centi–	c	$0.01 = 10^{-2}$	centimeter, cm = 0.01 meter
milli–	m	$0.001 = 10^{-3}$	millimeter, mm = 0.001 meter
micro–	μ	$0.000001 = 10^{-6}$	micrometer, μm = 0.0000001 meter
nano–	n	$0.000000001 = 10^{-9}$	nanometer, nm = 0.000000001 meter
pico–	p	10^{-12}	picometer, pm = 10^{-12} meter
femto–	f	10^{-15}	femtometer, fm = 10^{-15} meter
atto–	a	10^{-18}	attometer, am = 10^{-18} meter

7. 단위의 SI계 (SI System of Units) : 온도 (Temperature)

온도 측정에 널리 사용하는 척도: 섭씨(Celsius), 화씨(Fahrenheit), 켈빈(Kelvin)

- 섭씨(℃): 1기압 하에서 물의 어는점을 0℃, 끓는점을 100℃로 설정 후 100등분
- 화씨(℉): 1기압 하에서 물의 어는점을 32℉, 끓는점을 212℉로 설정 후 180등분

$$℃ = \frac{100\ ℃}{180\ ℉}(℉ - 32\ ℉) \quad 또는 \quad ℃ = \frac{5\ ℃}{9\ ℉}(℉ - 32\ ℉)$$

$$℉ = \frac{180\ ℉}{100\ ℃}(℃) + 32\ ℉ \quad 또는 \quad ℉ = \frac{1.8\ ℉}{1\ ℃}(℃) + 32\ ℉$$

- 켈빈(K): 이론적으로 도달 가능한 최저의 온도를 절대온도 0도로 설정

$$K = 0\ ℃ + 273.15$$

- 섭씨와 켈빈 온도는 자연 과학에서, 화씨 온도는 공학에서 많이 사용

7. 단위의 SI계 (SI System of Units) : 밀도와 비중

- 밀도 (Density): 단위부피당 그 물질의 질량
  질량 (g) / 부피 (cc)
  물: 1.00 g/cc, 에탄올: 0.789 g/cc

- 비중 (Specific gravity): 동일 부피의 불의 질량에 대한 어떤 물질의 질량의 비율
  같은 온도에서 측정
  특정 온도에서 물의 밀도와 어떤 물질의 밀도를 비교
  비중이 1보다 크다는 것은 물의 밀도보다 크다는 것을 의미하며 가라앉음

- 액체의 비중은 비중계(Hydrometer)로
- 특별히 소변은 소변 비중측정기(Urinometer)로 측정
  정상범위: 1.005 ~ 1.030
  고비중뇨: 당뇨병이나 탈수, 저비중뇨: 신장손상, 요붕증

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

연습문제

1 다음을 변환하시오.

(a) 5.4 m를 ft로
(b) 1056 m를 ft로
(c) 76.2 cm를 in로
(d) 85 km를 mi로
(e) 5.3 qt를 ml로
(f) 15.6 L를 qt로
(g) 2.0 gal을 L로
(h) 6.02 oz를 g으로
(i) 105 g을 lb로
(j) 100 m를 yd로
(k) 14.5 oz를 g으로
(l) 7.7 lb를 kg으로
(m) 2.5 ft를 cm로
(n) 1.80 km를 ft로
(o) 227 mg을 lb로
(p) 1760 ml를 gal로
(q) 1.27 m를 in로
(r) 0.55 lb를 g으로
(s) 5.0 pint를 L로
(t) 4.7 L를 pint로
(u) 275 ml를 pint로

2 다음을 변환하시오.

(a) 71 °F를 °C로
(b) 90.0 °C를 °F로
(c) 151 K를 °C로
(d) −11 °C를 °F로
(e) −49 °F를 °C로
(f) 320 °F를 K로

3 다음 각 측정에서 유효숫자의 수를 말하시오.

(a) 0.0125 g
(b) 150 ml
(c) 12.060 km
(d) 10.7 m
(e) 4005.00 cm^3
(f) 3.20×10^{-2} mg
(g) 3000 mg
(h) 0.00250 mm
(i) 1604.732 kg

4 (a) 15.0 ml의 204 g인 수은의 밀도는 얼마인가?

(b) 수은 250 ml의 무게는 몇 kg인가?