General Chemistry

일반화학

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

강 의 계 획 서

교과목명	일반화학		
이수구분	전선	수강대상	임상병리학과 1학년
담당교수명	허준석	소 속	의료보건대학 임상병리학과
학점 / 주당시간	3 / 3	전 화 번 호	010-3285-0383
선 이 수 과 목	없음	이 메 일	juneseok@yuhs.ac

1. 수업의 개요 및 목표

모든 물질의 화학결합과 분자구조를 통하여 물질의 상태와 성질을 이해함으로써 인체와 관련된 물질의 분자들이 일으키는 화학반응, 평형, 산-염기반응, 열역학 등의 생리학적 원리를 이해한다.

2. 수업의 형태

이론중심

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

3. 교재

구분	교재명	저자	출판년도	출판사
주교재	일반화학	일반화학교재편집위원회	2019년 개정 6판	대학서림

4. 과제물

없음

5. 평가방법

중간고사 40%

기말고사 40%

출석 및 수업태도 20%

6. 수강자 유의사항 및 기타 협조사항

- 핸드폰 사용 금지
- 수업에 결석 시 미리 연락

General Chemistry

일반화학

일반화학교재편집위원회



도서출판 대학서림

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

7. 주별 강의계획

주	수업의 주제 및 내용	비고
1	제1강 Introduction 및 화학의 기본개념	비대면 영상수업 (Zoom)
2	제2강 원자의 구조	비대면 영상수업 (Zoom)
3	제3강 화학식과 화학방정식에 의한 계산	
4	제4강 기체, 액체와 고체	
5	제5강 화학결합	
6	제6강 용액	
7	제7강 산과 염기의 개념	
8	중간고사	
9	제8강 pH와 중화적정, 산화와 환원	
10	제9강 화학평형	
11	제10강 화학반응속도	
12	제11강 전형원소	
13	제12강 전이원소와 착이온	
14	제13강 탄소 화합물	
15	기말고사	

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

화학

- **화학** – **물질**의 성질•조성•구조 및 그 변화를 다루는 학문

- **유기 화학** – **탄소를 포함**하는 유기 화합물과 유기 물질의 구조, 물리적 성질, 화학 반응을 연구하는 분야
- **생화학** – 생물체의 물질 조성, **생물체 내**에서의 물질의 화학반응 등을 화학적 방법으로 연구하는 분야
- **방사 화학** – **방사성 물질**을 화학적으로 연구하는 분야
- **임상 화학** – 생화학의 한 응용 부문으로 질환시의 현상을 주로 화학적, 물리 화학적 방면에서 **진단, 치료** 등에 도움을 주는 분야

- **일반 화학** – **화학 전체에 대한 입문**을 취급하는 학문

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

제1장 화학의 기본개념

1.1 물질의 분류
1.2 밀도
1.3 온도
1.4 비중
1.5 비열
1.6 단위환산
1.7 측정오차
1.8 지수표기법

1.1 물질의 분류

- **물질** – **질량**을 가지고 **공간**을 차지하는 것들. 순물질과 혼합물

(1) 화학적 조성에 의한 분류

– **순물질**: 홑원소 물질이나 화합물이 단독으로 있을 때, 고유의 성질

– **혼합물**: 둘 이상의 물질이 화학반응 없이 섞여 있는 것, 예: 믹스커피

(균일혼합물) 완전히 뒤섞여서 혼합물의 조성이 균일한 것. 보통 용액이라 부름, 예: 포도주, 소금물

(불균일혼합물) 전체적으로 균일하지 않으며 물리적으로 각각의 성분들이 분리, 예: 물속의 모래

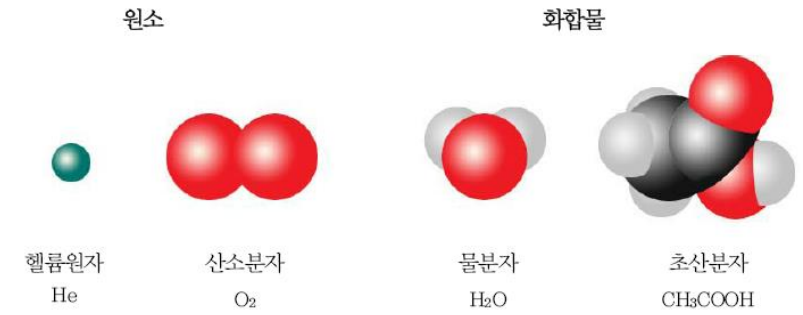
– **화합물**: **두 종류 이상의 원소(원자)가 화합하여 일정한 성분비를 이루며, 분해하면 두 종류 이상의 순물질이 되는 물질**, 예: 물(H_2O)

문제 1.1 다음을 순물질, 균일혼합물, 불균일혼합물로 구분하여라.

(a) 구리금속 (b) 소금물 (c) 밀가루반죽 (d) 진흙

원소: 더 이상 분해 되지 않는 물질을 이루는 기본 성분
원자: 더 이상 포개질 수 없는 가장 작은 알갱이 (수적 의미)

물질의 구성


원소
화합물
헬륨원자
He
산소분자
O_2
물분자
H_2O
초산분자
CH_3COOH

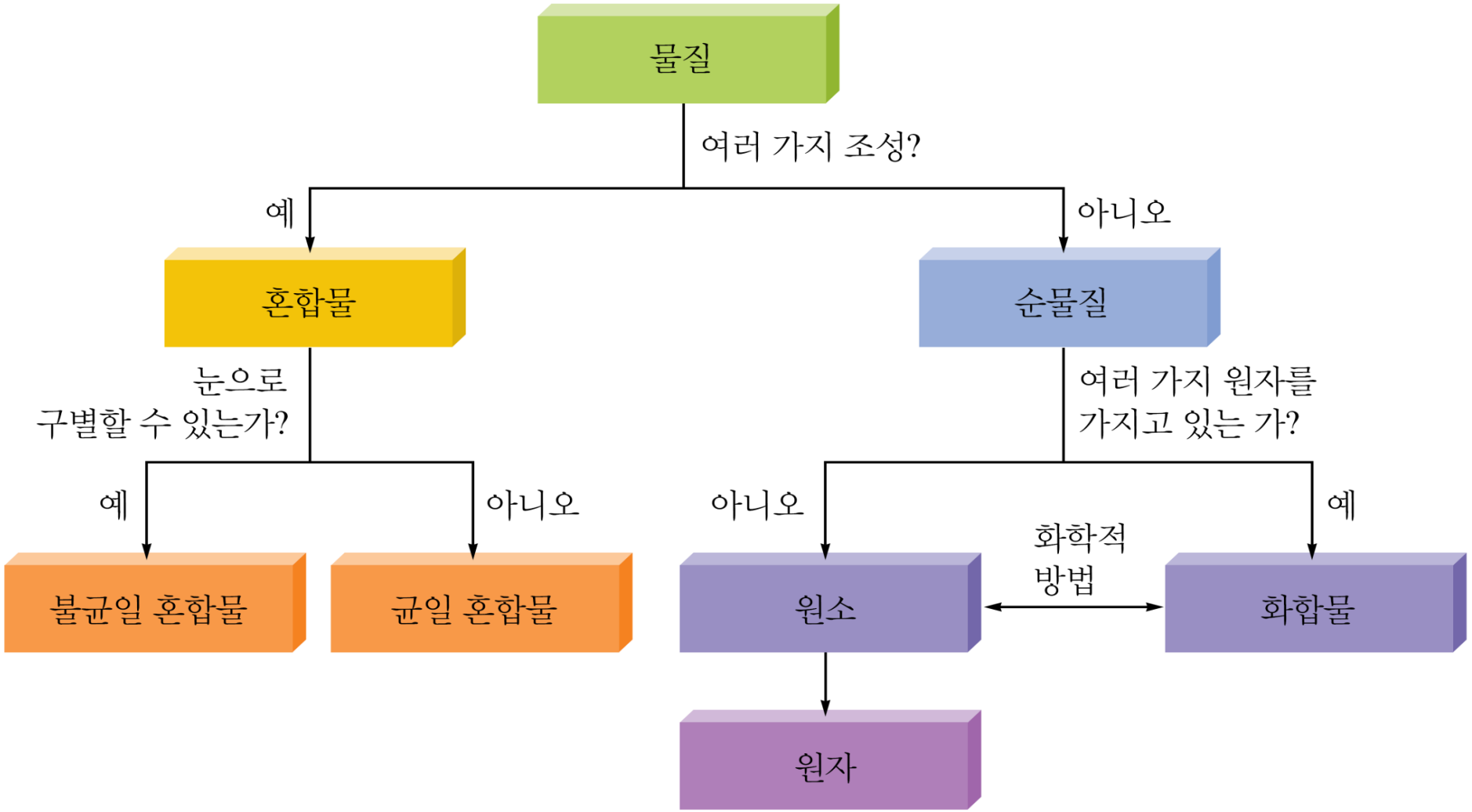

물질
여러 가지 조성?
예
아니오
혼합물
순물질
눈으로
구별할 수 있는가?
여러 가지 원자를
가지고 있는 가?
예
아니오
아니오
예
화학적
방법
불균일 혼합물
균일 혼합물
원소
화합물
원자

표 준 주 기 율 표

Periodic Table of the Elements

1																	18
1 **H** 수소 hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2		표기법: 원자 번호 **기호** 원소명(국문) 원소명(영문) 일반 원자량 표준 원자량									13	14	15	16	17	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

참조) 표준 원자량은 2011년 IUPAC에서 결정한 새로운 형식을 따른 것으로 [ ] 안에 표시된 숫자는 2 종류 이상의 안정한 동위원소가 존재하는 경우에 지각 시료에서 발견되는 자연 존재비의 분포를 고려한 표준 원자량의 범위를 나타낸 것임. 자세한 내용은 *Pure Appl. Chem.* 83, 359-396(2011); doi:10.1351/PAC-REP-10-09-14을 참조하기 바람.

© 대한화학회, 2016

(2) 물리적 상태에 의한 분류

물질은 기체, 액체, 고체 상태로 존재

고체

- 일정한 모양과 부피를 가짐
- 입자간의 친화력이 강하고 입자는 단단한 구조적인 배열로 위치
- 열에너지가 가해지면 입자 운동 에너지가 증가하여 고체를 녹이거나 깨뜨림. 이런 현상이 일어나는 특정한 온도를 고체의 녹는점이라고 함

액체

- 일정한 부피는 있으나 모양은 고정되어 있지 않음
- 입자들은 강한 인력에 의해 단단히 응집되어 있지만 고체만큼 견고하지 않음

기체

- 무한정의 부피와 정해지지 않은 모양
- 모든 방향으로 움직이며 용기 벽에 압력을 가함

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 1.2 물질의 상태

물질의 상태	일반적인 성질
기체 (gas)	유동성과 압축성이 있고 비교적 낮은 밀도를 갖는다. 분자, 원자, 이온들은 거의 빈 공간을 불규칙적으로 끊임없이 운동을 한다.
액체 (liquid)	유동성은 있으나 압축성은 없으며 밀도는 고체와 비슷하다. 분자, 원자, 이온들은 조밀하게 배열되어 있고 불규칙적으로 끊임없이 운동을 한다.
고체 (solid)	굳음성을 가지나 압축성은 없으며 밀도가 크다. 분자, 원자, 이온들은 조밀하게 밀집되어 있고 위치가 고정되어 있다.

- **물체 – 질량과 형태를 가지고 일정한 공간을 차지하는 것. 물체는 물질로 이루어졌음**

물체	나무의자	못, 철근	얼음덩어리	신발, 고무공
물질	나무	철	물	고무

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(3) 혼합물의 분리

혼합물을 분리하여 불순물을 제거하고 순수한 물질로 만들기 위하여 행하는 조작을 **정제**

1) 고체와 액체 혼합물의 분리정제
   - 여과(거름)/원심분리기
   - 증류(끓는점)

2) 고체 혼합물의 분리정제
   - 재결정(용해도)
   - 승화(끓는점)
   - 추출(용매)

3) 액체 혼합물의 분리
   - 분별깔대기 사용(밀도)
   - 분별증류(끓는점)

4) 기체 혼합물의 분리정제
   - 흡수법
   - 액화법(끓는점)

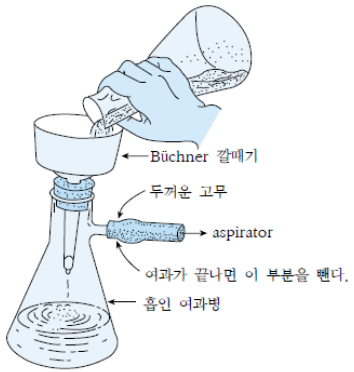
5) 그 밖의 방법

- 투석(농도)
- 이온교환 수지 사용
- 흡착
- 크로마토그래피법(용매에 따라 이동하는 속도 차이)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- 여과(거름): 불균일 혼합물. 액체 속에 있는 고체(침전)를 거름종이와 깔대기를 사용하여 분리하는 방법

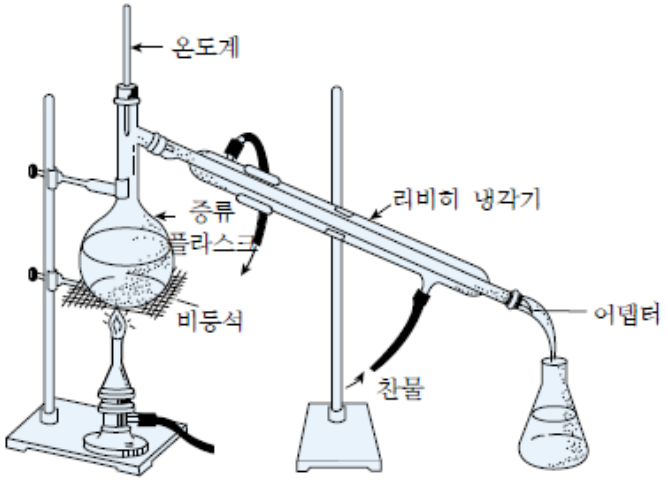




흡인여과장치

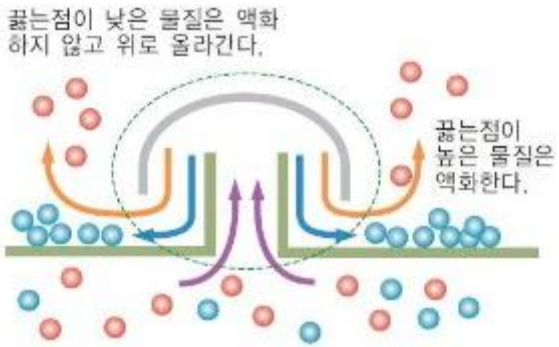
- 증류: 균일 혼합물. 비등점(boiling point) 차이를 이용. 예: NaCl 용액

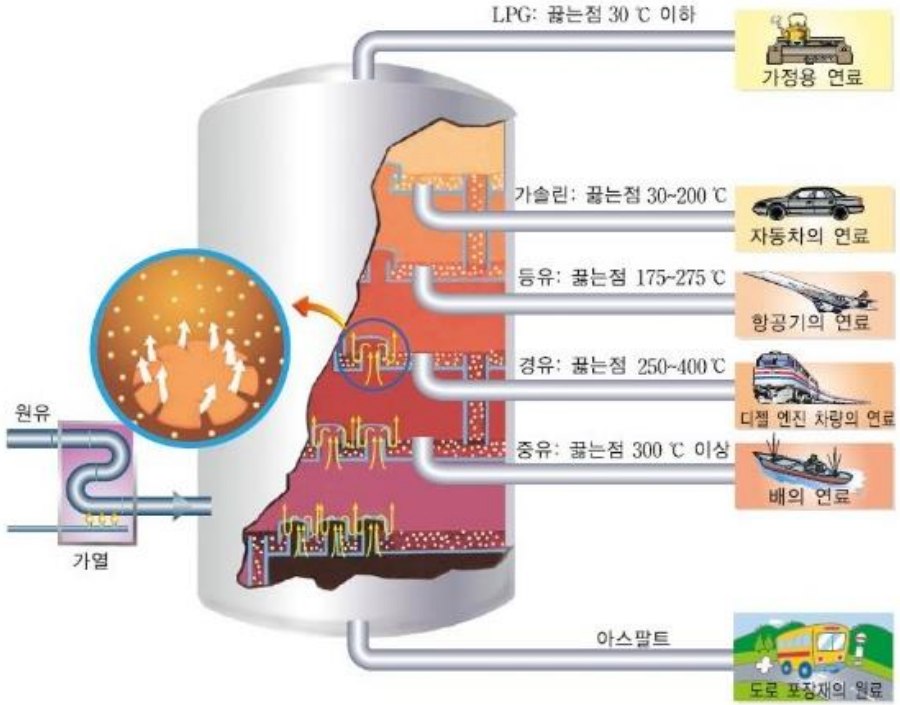
H_2O: 100 °C
NaCl: 1465 °C



중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

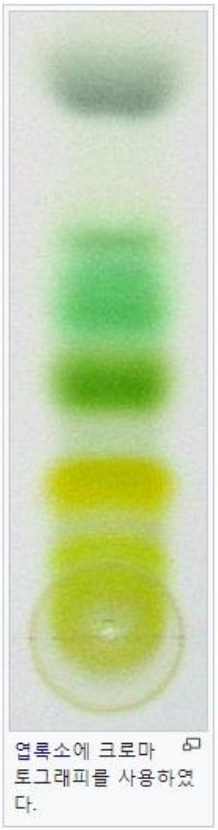
– 분별증류: 균일하게 혼합된 액체를 가열분리 할 때 증류법으로는 완전히 분류할 수 없기에 사용. 끓는점 다른 액체혼합물의 용액을 증류. 끓는점이 낮은 물질부터 차례대로 분리



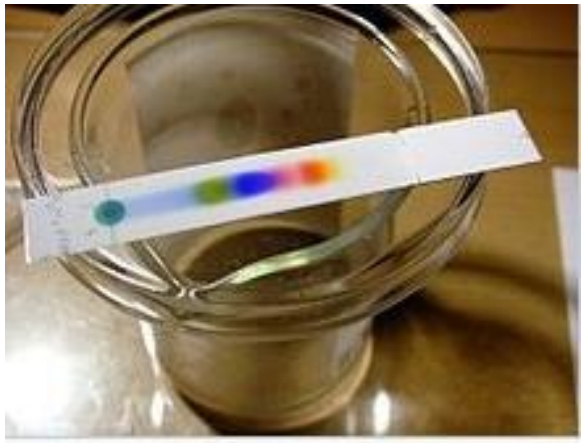


중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- 크로마토그래피: ppm (parts per million) 또는 그 이하의 농도인 공기오염물질을 분리, 승용차의 배출장치에 대한 배기검사 (관크로마토그래피, 종이크로마토그래피, 얇은 층 크로마토그래피, 기체 크로마토그래피)



엽록소에 크로마토그래피를 사용하였다.



검정 잉크가 분리되는 모습

위키백과

문제 1.2

그림은 혼합물을 정제하는 실험장치이다. 각 경우에 알맞은 방법을 골라라.

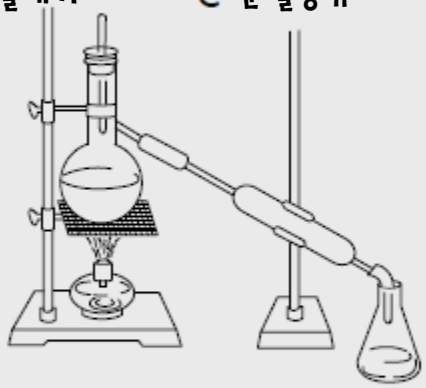
A 여과



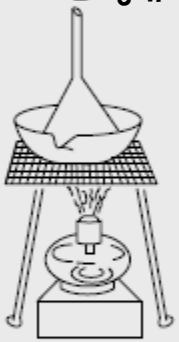
B 분별깔대기



C 분별증류



D 증류



① 소금과 장뇌의 혼합물
② 요오드화납 침전 수용액
③ 물과 에터의 불균일물
④ 에탄올과 메탄올의 혼합물



장뇌(승화성물질)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

1.2 밀도(density)

- **부피단위당 그 물질의 질량**
- **단위표시: g/cc 또는 g/㎖ 또는 g/㎤**

$$\text{밀도(d)} = \frac{\text{질량(g)}}{\text{부피}(\text{cm}^3)}$$

표 1.3 일반적인 물질의 밀도 (0℃, 1기압)

고 체		액 체		기 체	
물질	밀도 (g/ml)	물질	밀도 (g/ml)	물질	밀도 (g/ℓ)
납	11.4	수 은	13.6	공 기	1.3
철	7.9	브 롬	3.1	산 소	1.43
구 리	8.9	물	1.00	질 소	1.25
염화나트륨	2.1	벤 젠	0.88	헬 륨	0.18
얼 음	0.917	에틸알코올	0.79	수 소	0.09

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

예제 알코올의 밀도를 측정하기 위하여 얻은 자료로부터 알코올의 밀도를 구하여라.

빈 플라스크의 질량 : 48.9 g
플라스크 + 에틸알코올의 질량 : 65.2 g
처음 뷰렛의 눈금 : 1.3 cm^3
나중 뷰렛의 눈금 : 31.7 cm^3

$$\text{밀도(d)} = \frac{\text{질량(g)}}{\text{부피}(cm^3)}$$

풀이

알코올의 질량은,
65.2 g − 48.9 g = 16.3 g
나중 눈금에서 처음 눈금을 뺀 것이 알코올의 부피이므로,
31.7 cm^3 − 1.3 cm^3 = 30.4 cm^3
따라서 알코올의 밀도는,

$$\text{밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} = \frac{16.3g}{30.4cm^3} = 0.536g/cm^3$$

문제 1.3 구리조각의 질량은 26.3 g이고 부피는 1.36 ㎖이다.
구리조각의 밀도는 얼마인가?

밀도 측정의 응용

어떤 화학자가 컴팩트 디스크 세제의 주성분을 알아내기 위해 20°C에서 그 물질 25.00 cm^3의 질량을 측정하였더니 19.625 g이었다. 다음 표에는 세제의 주성분일 가능성이 있는 물질의 이름과 밀도를 나타내었다.

화합물	20°C에서의 밀도(g/cm^3)
클로로폼	1.492
다이에틸 에테르	0.714
에탄올	0.789
아이소프로필 알코올	0.785
톨루엔	0.867

이들 중에서 컴팩트 디스크 세제의 주성분일 가능성이 가장 높은 것은 어느 것일까?

$$\text{밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} = \frac{19.625\ \text{g}}{25.00\ \text{cm}^3} = 0.7850\ \text{g/cm}^3$$

- **아이소프로필 알코올의 밀도와 일치하므로 이것이 주성분일 가능성이 가장 높다.**

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

1.3 온도

- 차가움이나 뜨거움을 나타내주는 것
- **화씨(Fahrenheit, °F):** 1기압 하에서 물의 어느점을 32 °F, 끓는점을 212 °F로 정하고 두 점 사이를 180등분한 온도눈금. 미국이나 유럽지역에서 주로 사용되는 온도측정 단위
- **섭씨(Celsius, °C):** 1기압 하에서 물의 어는 점을 0 °C, 물의 끓는 점을 100 °C로 정한 온도체계. 두 점 사이를 100등분 함

$$℃ = \frac{5}{9}(°F - 32)$$

$$°F = \frac{9}{5}(℃) + 32$$

- **절대온도(Kelvin, K):** 운동에너지가 이론적으로 영(zero)이 되는 절대영도(−273 °C)를 기준으로 섭씨 온도를 환산한 온도. 물질을 이루는 입자들의 운동에너지가 0이 될 때의 온도를 0 K으로 기준하고, 이 때 눈금을 섭씨온도로 표현함

$$K = 0℃ + 273.15$$

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

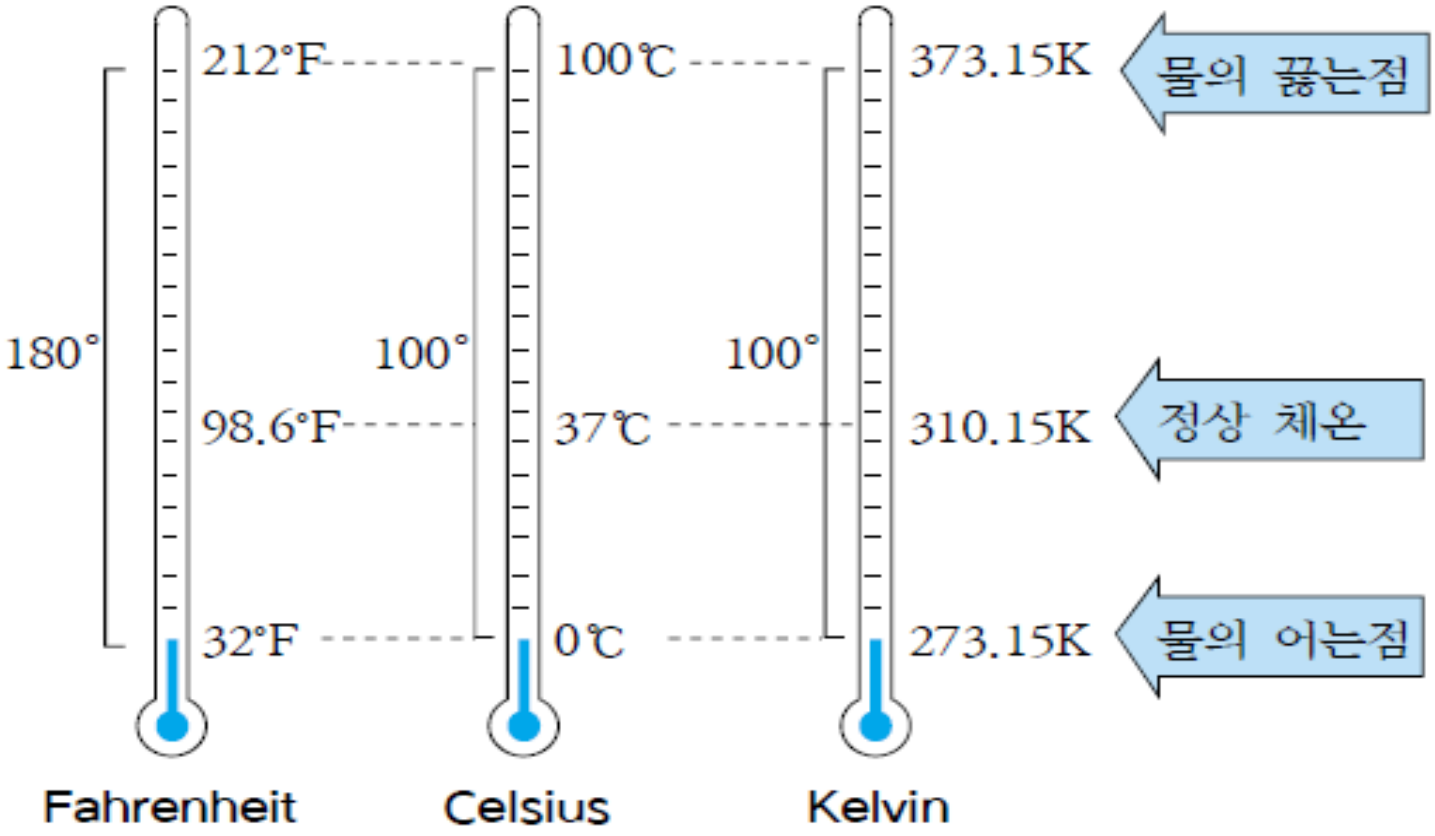


그림 1.5 화씨온도, 섭씨온도 그리고 절대온도 눈금의 비교

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

국제단위계
(System of International units; SI)

- 1960년대 파리에서 열린 과학자들의 국제모임에서 결정
- 길이, 질량, 시간, 온도, 물질의 양, 전류, 발광강도의 7가지

양	명	기호
길 이	Meter	m
질 량	Kilogram	Kg
시 간	Second	S
온 도	Kelvin	K
물질의 양	Mole	Mol
전 류	Ampere	A
발광강도	Candela	cd

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

예제

TV에서 서울의 온도는 86°F, 부산의 온도는 35℃가 되겠다고 예보하였다.

(a) 서울의 온도를 섭씨 온도로

(b) 부산의 온도를 화씨 온도로 바꾸어라.

풀이

$$℃ = \frac{5}{9}(°F - 32) = \frac{5}{9}(86 - 32) = 30℃$$

$$°F = \frac{9}{5}℃ + 32 = \frac{9}{5}(35) + 32 = 95℃$$

문제 1.4

다음의 각 온도를 K 또는 ℃로 바꾸어라.

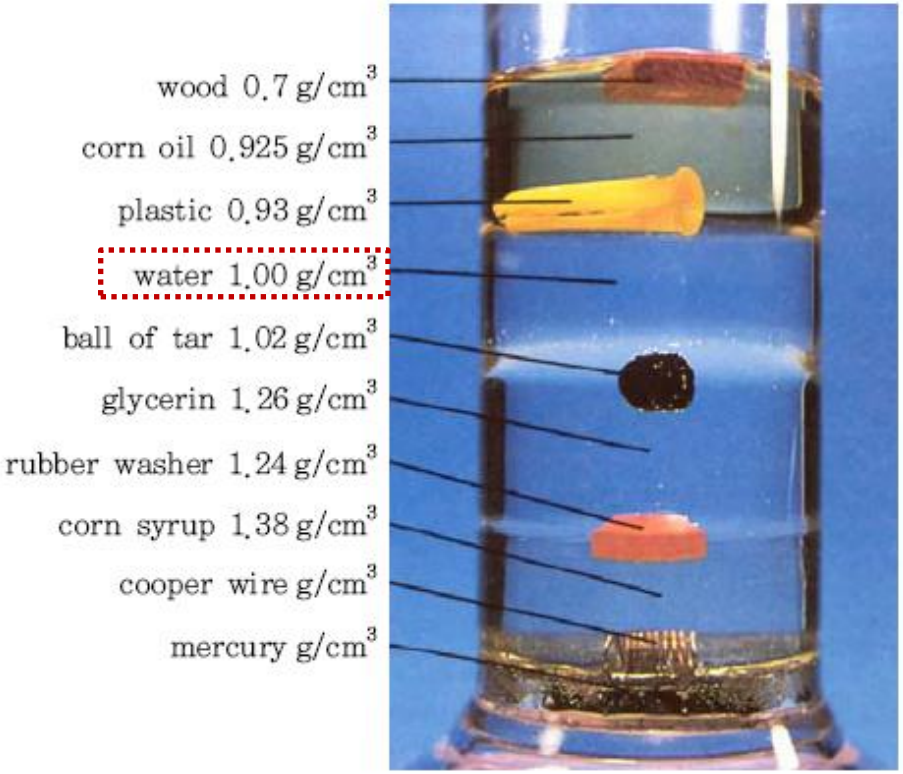
(a) 100℃ (b) 0℃ (c) 0 K (d) 298 K

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

1.4 비중 (specific gravity)

- 동일 부피의 물의 질량에 대한 어떤 물체의 질량의 비율
- 동일한 온도에서 물의 밀도와 어떤 물질의 밀도를 비교 (물의 밀도에 대한 다른 액체의 밀도를 비교)
- 물의 표준밀도: 4°C일 때, 1.0000 g/mL

$$\text{비중} = \frac{\text{물질의 밀도 g/ml}}{\text{4℃ 물의 밀도 g/ml}}$$



비중이 1보다 크다는 것은 물의 밀도보다 크다는 것을 의미. 즉, 물과 섞일 경우 물 아래로 가라앉는 반면, 비중이 1보다 작은 경우 물에 뜬다.

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

예제 밀도가 13.6 g/ml인 수은의 비중은 얼마인가?

풀이 $$\text{비중} = \frac{13.6\,\text{g/ml}}{1.0000\,\text{g/ml}} = 13.6$$

문제 1.5 밀도가 7.9 g/ml인 철의 비중은 얼마인가?

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

1.5 비열 (specific heat)

- 어떤 물질 1g을 1°C 상승시키는데 필요한 칼로리를 측정
- 칼로리: 에너지(물체의 일을 할 수 있는 능력)의 단위로, 온도가 다른 물체 사이에 전해지는 에너지의 양
- 열의 양을 설명할 때 쓰임

$$\text{비열} = \text{칼로리(cal)} \div \text{그램(gram)} \div \text{온도변화℃} \ (\Delta T = T_2 - T_1)$$

$$\text{비열} = \frac{\text{cal}}{\text{g}\Delta T}(\text{cal/g℃})$$

표 1.4 여러 물질의 비열 (cal/g℃)

고 체		액 체	
얼음	0.492	물	1.000
알루미늄	0.215	메틸알콜	0.60
유리	0.12 ~ 0.20	에틸알콜	0.581
구리	0.092	석유	0.51
놋쇠	0.090	휘발유	0.50
금	0.031	올리브유	0.471

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

1.6 단위환산

- 세계적으로 널리 쓰이는 측정 단위계
  - 영국 단위계 (British system): 피트(feet), 파운드(pound), 갤런(gallons)
  - 미터계 (meteric system)
- 국제표준미터단위계 (International System of Measurements)
  = SI (System of International unit; 국제단위계)

  서로 다른 단위계를 사용함으로 혼선이 일어나기에 최근에 전세계적으로 사용
  - SI 단위계: 과거의 미터 단위계를 간편하게 현대화하여 만든 것
  - 기본적 단위: 길이 m (km=10^3m, mm=10^{-3}m)
    부피 L (1L=10^3mL=1dm^3, mL=cm^3)

$$1\,\ell = 1{,}000\,\mathrm{ml} = 1{,}000\,\mathrm{cm}^3 = 1\,\mathrm{dm}^3$$

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 1.5 미터와 SI계에서 사용되는 접두사

인 자	접두사	기 호	예
10^{9}	giga	G	gigameter (Gm) = 1×10^{9}m
10^{6}	mega	M	megameter (Mm) = 1×10^{6}m
10^{3}	kilo	k	killometer (km) = 1×10^{3}m
10^{2}	hecto	h	hectometer (hm) = 1×10^{2}m
10	deka	da	dekameter (dam) = 1×10 m
10^{-1}	deci	d	decimeter (dm) = 1×10^{-1}m
10^{-2}	centi	c	centimeter (cm) = 1×10^{-2}m
10^{-3}	mili	m	millimeter (mm) = 1×10^{-3}m
10^{-6}	micro	μ	micrometer (μm) = 1×10^{-6}m
10^{-9}	nano	n	nanometer (nm) = 1×10^{-9}m

표 1.6 SI계에서 기본단위

단위종류	단위이름	기호
길 이	meter	m
질 량	kilogram	kg
시 간	second	s
온 도	kelvin	K
물질의 양	mole	mol
전 류	ampere	A
발광 광도	candela	cd

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

단위의 SI 계 (SI system of Units)

길이 (length)

1 cm = 10 mm
1 m = 100 cm
1 m = 1000 mm
1 inchi = 2.54 cm
1 yd(야드) = 0.914 m
1 mi (mile) = 1.61 km

부피 (volume)

1 m^3 = 1000 liters
1 liter = 1000 milliliters (ml)
1 ml = 1 cubic centimeters (cc)
1 pint(파인트) = 0.473 liters
1 qt(쿼트) = 0.946 liters
1 gallon (gal) = 3.78 liters

질량 (Mass)

1 kg = 1000 g
1 g = 1000 mg
1.0 kg = 2.2 lb (pound)
1 oz = 28.4 g
1 lb (pound) = 454 g
1 lb (pound) = 0.454 kg

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- **단위 인자법**: 한 단위계로 얻은 결과를 다른 단위계로 환산하는 방법
  - 어떤 식을 취해서 숫자 1에 해당하는 비율을 얻기 위해 등변의 한 쪽을 다른 쪽으로 나눔
  - 분자와 분모에서 같은 단위가 제거되도록 함

- **환산인자**: 세계마다 언어가 다르기에 단위도 다르기 때문에 환산인자를 이용, 단위를 환산함

$$\text{달걀 1줄} = 10\text{개이므로}$$

$$\text{달걀 2줄} \times \frac{10\text{개}}{\text{달걀 1줄}} = 20\text{개이다.}$$

- 예: 한 변의 길이가 S인 정육면체 부피를 V라 하면 $V=S^3$
  $S=5.00$ cm이면 부피는 $V=5.00^3$ cm^3

$$1\ell = 10^3 \text{cm}^3$$

$$\text{V} = 5.00^3 \text{cm}^3 \times \frac{1\ell}{10^3 \text{cm}^3} = 125 \times 10^{-3}\ell = 0.125\ell$$

예: 2.85 cm는 몇 in인가?

$$2.85\ \cancel{\text{cm}} \times \frac{1\ \text{in}}{2.54\ \cancel{\text{cm}}} = \frac{2.85}{2.54}\ \text{in} = 1.12\ \text{in}$$

표 1.4 영국계–미터계 사이의 등가 관계

길이	1 m = 1.094 yd 2.54 cm = 1 in
질량	1kg = 2.205lb 453.6 g = 1 lb
부피	1L = 1.06 qt (쿼트) (입방피트) $1\text{ft}^3 = 28.32\ \text{L}$

연필의 길이가 7.00 in이다. 센티미터로는 길이가 얼마인가?

$$7.00\ \cancel{\text{in}} \times \frac{2.54\ \text{cm}}{1\ \cancel{\text{in}}} = (7.00)(2.54)\ \text{cm} = 17.8\ \text{cm}$$

한 학생이 10.0 km달리기에 참가하였다. 이 거리는 마일 단위로로 얼마인가?

$$10.0\ \cancel{\text{km}} \times \frac{1000\ \cancel{\text{m}}}{1\ \cancel{\text{km}}} \times \frac{1.094\ \cancel{\text{yd}}}{1\ \cancel{\text{m}}} \times \frac{1\ \text{mi}}{1760\ \cancel{\text{yd}}} = 6.22\ \text{mi}$$

1 km = 1000 m
1 m = 1.094 yd
1760 yd = 1 mi

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 1.7 영국단위계와 미터계간의 관계

단위의 종류	영국단위계	미 터 계
길 이	1 mile	1.61 km
	1 ft	60.48 cm
	1 in	2.54 cm
질 량	1 lb 파운드(libre)	453.6 g
	1 oz	28.35 g
부 피	1 gal	3.785 ℓ
	1 qt	0.94 ℓ

예제 신생아의 키는 18.5 inch이다. 이것을 cm 및 m로 나타내어라.

풀이 1.00 inch = 2.54 cm이므로

$$\text{(a)}\ 18.5\ \text{inch} \times \frac{2.54\ \text{cm}}{1\ \text{inch}} = 47.0\ \text{cm}$$

$$\text{(b)}\ 18.5\ \text{inch} \times \left(\frac{2.54\ \text{cm}}{1\ \text{inch}}\right)\left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right) = 0.470\ \text{m}$$

문제 1.6 50.5 g을 kg과 mg으로 각각 환산하여라.

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

1.7 측정 오차

- **측정의 불확실성**

오염된 물 시료를 분석하기 위해 화학자가 물 시료 25.00 mL를 피펫(그림 1.6)으로 측정하였다. 이 실험 과정에서 어떤 용액 25 mL를 눈금 실린더(그림 1.6)를 이용하여 측정하였다. 측정값 25.00 mL와 25 mL의 차이는 무엇인가?

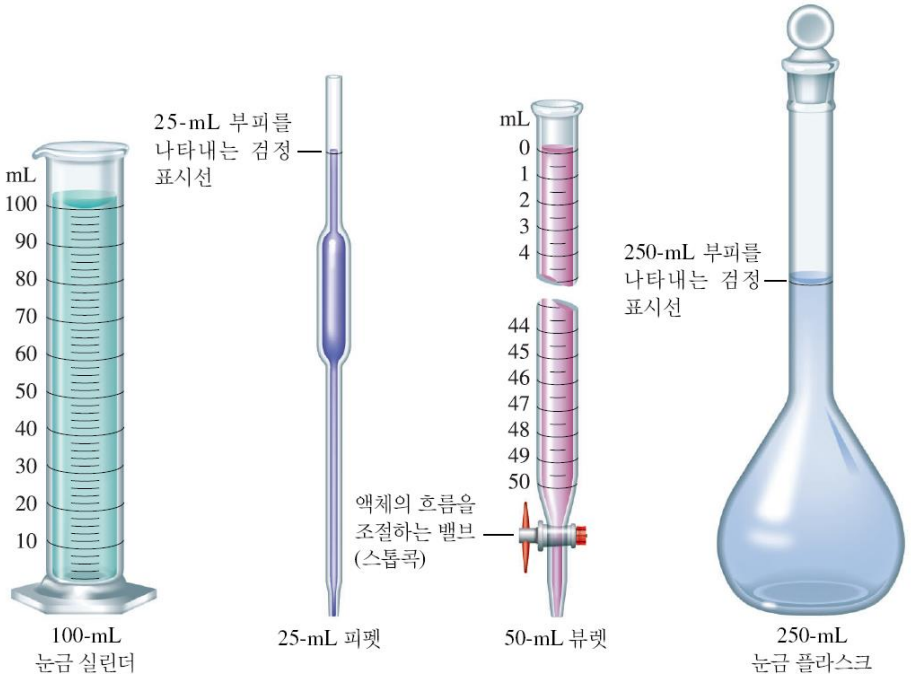


그림 1.6 액체의 부피를 측정하는 데 일반적으로 사용하는 기구

25 mℓ는 부피가 24 mℓ와 26 mℓ의 사이에 있음을 나타내고, 25.00 mℓ는 부피가 24.99 mℓ와 25.01 mℓ의 사이에 있음을 나타낸다.

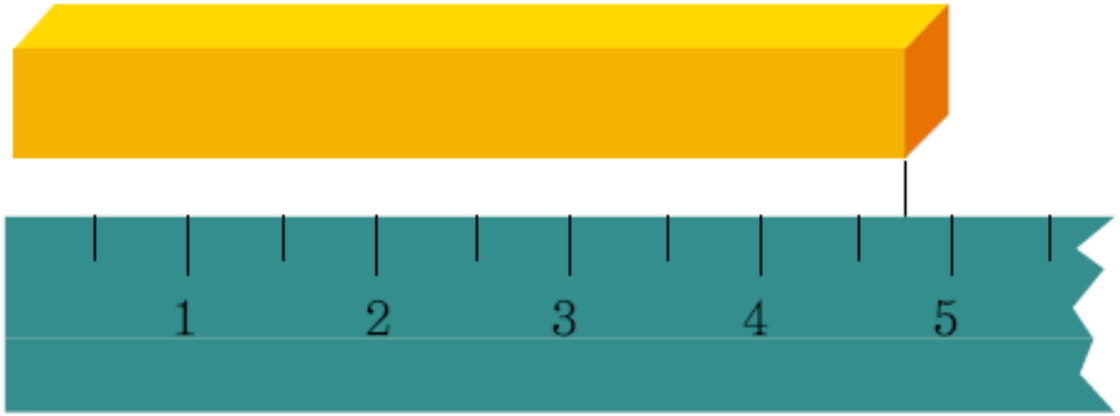
피펫이 눈금 실린더보다 부피를 더 정밀하게 측정 가능케 한다.

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(1) 측정값에서의 유효숫자

유효수: 측정된 값의 확실한 부분 및 불확실한 부분의 모든 자릿수를 기록한 것

유효수가 많을수록 더 정밀하게 나타냄



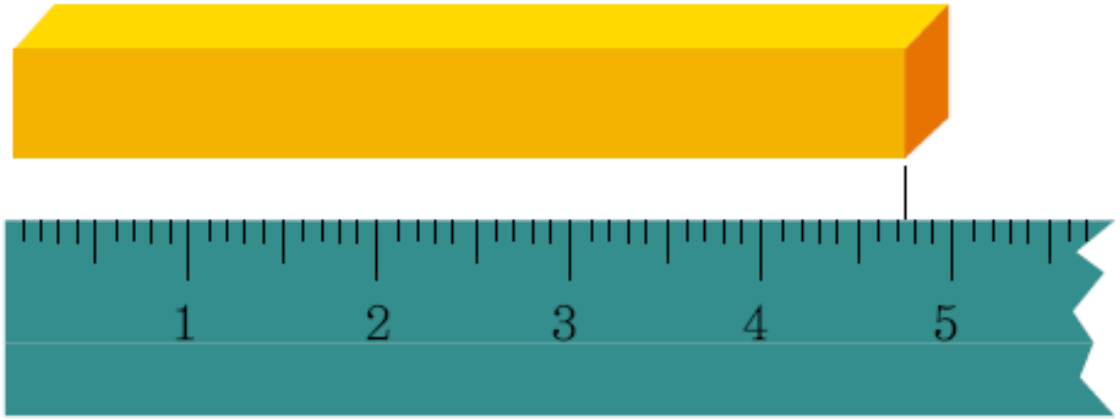
A

4.8

확실한 부분

불확실한 부분

유효수: 2개



B

4.74

확실한 부분

불확실한 부분

유효수: 3개

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

유효 숫자를 세는 규칙

1. *0이 아닌 정수.* 0이 아닌 정수는 모두 유효 숫자에 포함시킨다.

2. *0.* 세 가지 종류의 0이 있다.

a. 0이 아닌 숫자 앞에 오는 0: 유효 숫자에 포함시키지 않는다. 숫자 0.0025에서 앞에 있는 세 개의 0은 소수점의 위치만 나타낸다. 이 숫자는 두 개의 유효 숫자를 가진다.

b. 숫자 중간에 있는 0: 이것은 항상 유효 숫자에 포함시킨다. 숫자 1.008은 네 개의 유효 숫자를 가진다.

c. 숫자의 오른쪽에 있는 0: 숫자에 소수점이 있을 경우에만 중요하다. 숫자 100은 한 개의 유효 숫자를 가지며, 1.00×10^2은 세 개의 유효 숫자를 가진다.

예를 들면,

5,005 cm	5, 0, 0, 5는 유효숫자
500 cm	5는 유효숫자이나 0, 0은 불확실
0.005 kg	5는 유효숫자이나 앞에 세 개의 0은 측정해서 얻은 것이 아니다.
0.050 g	5와 다음 0은 유효숫자

문제 1.7 **다음 각 측정값에서 유효 숫자는 몇 개나 되는가?**

(a) 123 cm (b) 200.2 m (c) 200 km (d) 1.230 km

문제 1.8 **다음 각 숫자들을 유효숫자가 3자리가 되게 반올림하여라.**

(a) 76.992 (b) 0.22484 (c) 0.00556993

예제

다음 결과에서 유효 숫자의 수를 쓰시오.

a. 한 학생이 차에서 추출한 카페인의 양이 0.0105 g이다.

b. 한 화학자가 분석실험에서 질량이 0.050080 g이라고 기록한다.

c. 한 실험에서 경과된 시간이 8.050×10^{-3}초였다.

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 측정값의 계산

– 측정값의 계산에서 덧셈과 뺄셈 (소수점 이하 자리수가 가장 적은 유효숫자)

$$\begin{array}{r} 23.45\ \text{cm} \\ +\ 53.4\ \text{cm} \\ \hline 76.85\ \text{cm} \end{array} = 76.9\ \text{cm} \qquad \begin{array}{r} 22.22\ \text{cm} \\ -\ 0.211\ \text{cm} \\ \hline 22.009\ \text{cm} \end{array} = 22.01\ \text{cm}$$

$$\begin{array}{r} 12.102\ \text{cm} \\ -\ 10.6\ \text{cm} \\ \hline 1.502\ \text{cm} \end{array} = 1.5\ \text{cm}$$

– 측정값의 계산에서 곱셈과 나눗셈 (가장 작은 유효숫자 개수)

$2.370 \times 5.667 = 13.43079 = 13.43$

$2.236 \times 1.2 = 2.6832 = 2.7$

$8.3 \times 0.629 \div 12.03 = 0.43397339 = 0.43$

$128 \div 0.73 = 175.3 = 1.8 \times 10^2$

문제 1.9 다음의 측정값을 계산하여라.

(a) 25 + 1.278 + 127.1 + 5.45
(b) 19.57 − 1.286
(c) 13.6 × 0.04
(d) 67.0 ÷ 563
(e) 11.12 × 8.46

1.8 지수표기법

- 매우 큰 또는 매우 작은 수들을 사용할 때 그 수들은 지수형으로 전환시켜 쓰고 있음
- 지수형으로 쓰여지는 숫자들은 1과 10사이의 계수라고 부르는 숫자들에 10배를 곱해 주는 힘으로 표현

표 1.8 지수표기법

수	지수형	수	지수형
10	1×10^{1}	35	3.5×10^{1}
100	1×10^{2}	345	3.45×10^{2}
1,000	1×10^{3}	4,400	4.4×10^{3}
10,000	1×10^{4}	34,500	3.45×10^{4}
100,000	1×10^{5}	650,000	6.5×10^{5}
1,000,000	1×10^{6}	6,450,000	6.45×10^{6}
0.1	1×10^{-1}	0.2	2×10^{-1}
0.01	1×10^{-2}	0.022	2.2×10^{-2}
0.001	1×10^{-3}	0.002	2×10^{-3}
0.0001	1×10^{-4}	0.00052	5.2×10^{-4}
0.00001	1×10^{-5}	0.000082	8.2×10^{-5}
0.000001	1×10^{-6}	0.0000092	9.2×10^{-6}
	1×10^{-7}	0.0000002	2×10^{-7}

예: 1.00×10^{2} 세개의 유효 숫자

$0.000060 = 6.0 \times 10^{-5}$: 두 개의 유효 숫자

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

문제 1.10 다음을 정산하여 지수형으로 바꾸어라.

(a) $\dfrac{(3\times10^{3})(8\times10^{10})}{(6\times10^{4})(1\times10^{6})}$

(b) $\dfrac{(1.5\times10^{2})(4\times10^{6})}{(5\times10^{10})(2.5\times10^{5})}$

(c) $\dfrac{(2\times10^{-6})(4.5\times10^{-2})}{(1.4\times10^{-11})(1\times10^{5})}$

문제 1.11 다음 수를 지수표기법으로 나타내어라.

(a) 10.0×10^{-5} (b) 0.010×10^{-3} (c) 101×10^{-5}

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY