2024
유준형 화학1

2024년

2024년 유준형 화학1

Blue Nude – Henri Matisse (1869~1954)

유준형 지음

JUNE CHEMISTRY

Contents

2024년 화학1 강의노트

I. 물질의 구조

제1부 물질의 구성입자

제2부 화학 결합

II. 물질의 변화

제3부 화학 반응

창의 융합 과학의 정수(精髓)
인문학을 바탕으로 하는 과학
혁신, 창조 : 완벽한 교재 라인업

영재학교/과고 입시 전문 과학 강사
영재학교/과고 내신 전문 화학 강사
일반고/자사고 내신 전문 화학 강사

이력

- 현) 대치동 '유준형 화학' 원장
- 현) 영재학교/과고 인터넷 강의 플랫폼 '유준형 화학연구소 원격학원' 대표
- 현) 영재학교/과고 입시전문 네이버 카페 '유준형 화학연구소' 운영
- 전) 압구정/서초/분당 파인만 학원 화학 대표강사(영재고 과학팀장)
- 진로진학 상담사(특목고, 자사고 및 영재학교)
- 진로진학 상담사(대입 수시 및 정시)
- 2016년 우수강사상 수상(사단법인 성남시 학원연합회,제16-104호)
- 연세대학교 졸업(생화학 이학사)

저서

- 고급 화학1 서브노트(유준형지음)
- 고급 화학2 서브노트(유준형지음)
- ADVANCED GENERAL CHEMISTRY(일반화학 기본 서브노트, 유준형지음)
- ADVANCED GENERAL CHEMISTRY(일반화학 심화 서브노트, 유준형지음)
- OXTOBY 일반화학(7판) 손글씨 노트(유준형지음)
- 영재학교/과고 화학(유준형지음)
- 영재학교/과고 입시 창의융합과학 파이날특강(유준형 편저)
- 화학올림피아드대비 특강(기본)(유준형편저)
- 화학올림피아드대비 특강(심화)(유준형편저)
- 소크라테스 화학(유준형 지음)

유준형 화학연구소는
전문적이며, 창의적이며
일관성 있는 프로그램을 제공합니다.

Specialized, Creative
& Consistent Programs

학생은 배운 지식을 가지고 입시 도움은 물론
상급학교, 그리고 세계무대에 나아가 인류에 도움이 되는 인재가 되어야 한다.

C U R R I C U L U M

2024년 상위권, 고득점을 위한!

유준형의 SPECIAL 정규 과정

고급 화학1 이론 최적의 학/습/방/법

STEP 1	하나의 개념을 배울 때는 반드시 문제와 같이 학습 해야 됩니다. 이 때 문제란 기본문제와 심화문제입니다. 심화문제가 중요합니다. 가장 좋은 연습문제는 교과서 문제와 수능 기출문제입니다.
STEP 2	수업 중 강의노트 필기는 목숨 걸고 해야 합니다. 유준형쌤은 100% 판서 수업을 합니다. 학생도 같이 써보고, 풀어보고, 그래프도 그려봐야 합니다.
STEP 3	복습이 중요합니다. 각강의 듣고 2일 이전에 '문제집(빽빽이)'을 반드시 풀어봐야 합니다. '실전 응용 문제'를 반복할수록 점수는 수직 상승합니다.
STEP 4	한 과정이 끝나면, '여러분 자신만의 화학 BIBLE 노트(CONTENTS)'가 생길 것입니다.
STEP 5	기본 문제/ 실전 응용 문제에서 자신의 향상된 실력을 검증 받으십시오. 다른 사람이 된 자신의 모습을 발견 할 것입니다.

Chapter

화학의 기본 I

Ⅰ. 물질의 구조

제1부 물질의 구성입자

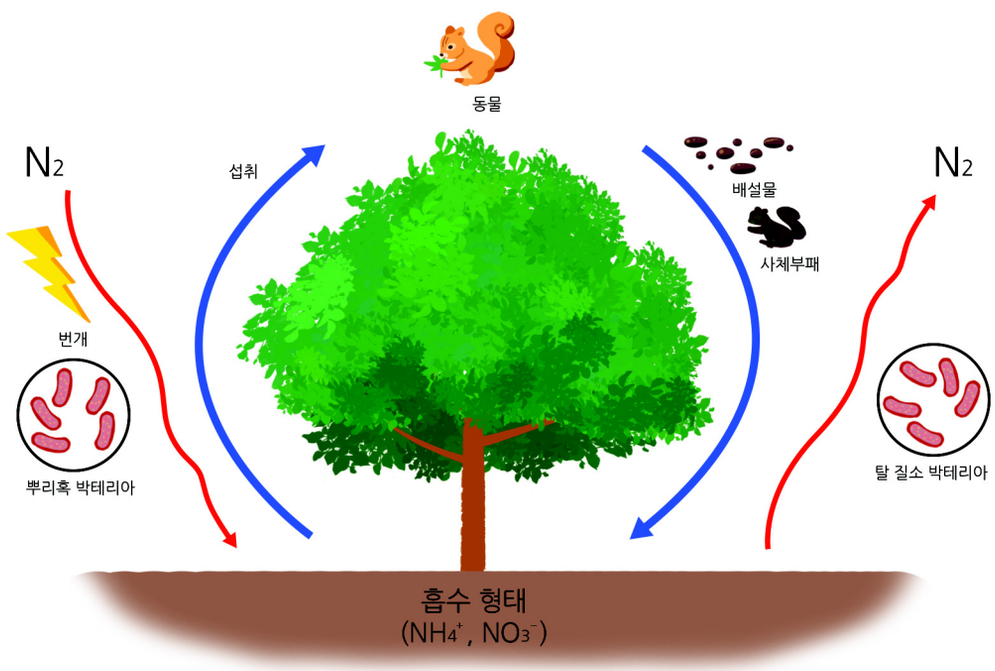
THEME 1 화학과 우리 생활

1. 화학의 유용성

(1) 식량 문제 해결

① 질소(단백질의 구성 요소)의 순환

$$N_2 \underset{(\text{탈 질소 박테리아})}{\overset{\text{질소 고정(번개, 뿌리 혹 박테리아)}}{\rightleftharpoons}} \text{질소 화합물}(NH_4^+, NO_3^-)$$



질소는 생명체를 구성하는데 중요한 원소이다. 공기 중 약 80%를 안정한 질소 분자(N≡N)형태로 존재한다. 공기 중 일부는 번개, 일부는 콩과 식물의 뿌리 혹 박테리아에 의해 생명체가 이용할 수 있는 형태(NH_4^+, NO_3^-)로 바뀐다.

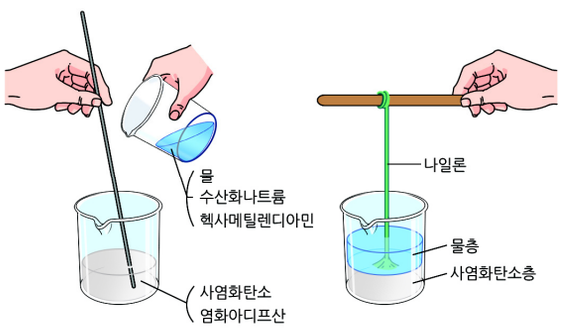
② 암모니아 합성(하버- 보슈법) → 인공 비료, 화약

예제 1 암모니아 합성의 의미는 무엇인가?

(2) 의류 문제 해결

천연 섬유 (면, 실크, 모)		합성 섬유 (나일론, 폴리 에스터)
- 흡습성, 촉감이 좋음 - 쉽게 닳으며 세탁이 어려움 - 대량 생산이 어려움	⇨	- 가볍고 쉽게 닳지 않음 - 세탁이 간편 - 대량 생산 가능

① **나일론(폴리 아마이드)** : 분자 내 아마이드 결합(-CO-NH-)이 반복되는 구조. 최초 합성 섬유, 질김, 흡습성이 작아 땀 흡수가 잘 안되고, 정전기 현상이 잘생김.



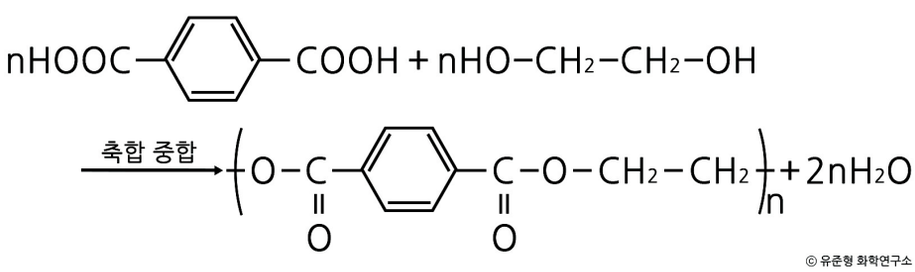
$$nH-NH-(CH_2)_6-NH-H + nCl-CO-(CH_2)_4-CO-Cl$$

헥사메틸렌디아민 염화아디프산

$$\xrightarrow[-2nHCl]{\text{축합 중합}} \left(NH-(CH_2)_6-\overset{\overset{H}{|}}{N}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_4-\overset{\overset{O}{\|}}{C}\right)_n$$

나일론

② **폴리 에스터** : 분자 내 에스터(-COO-)가 반복되는 구조, 질기고 잘 구겨지지 않음. 와이셔츠, 양복 등에 많이 이용.



(3) 주거 문제 해결

① 제련

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

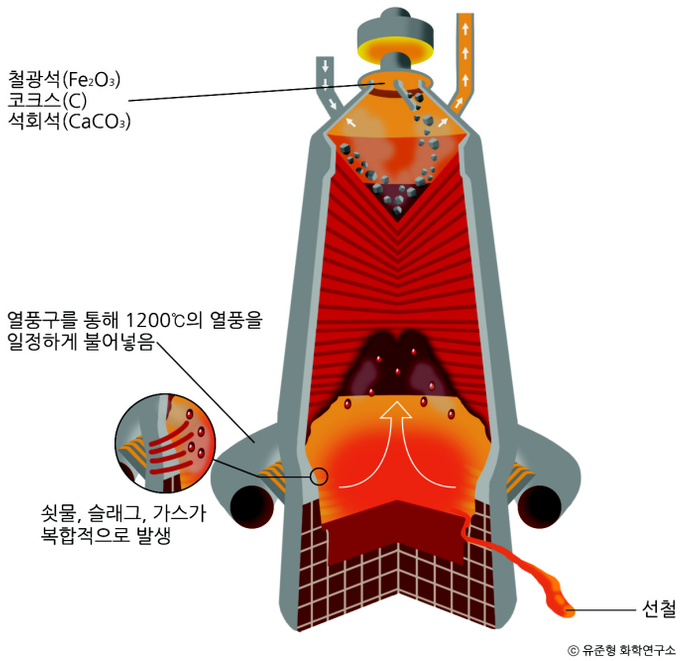
② 환원제의 생성

$2C$(코크스) $+ O_2 \rightarrow 2CO$

③ 불순물(SiO_2)제거

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$(slag)

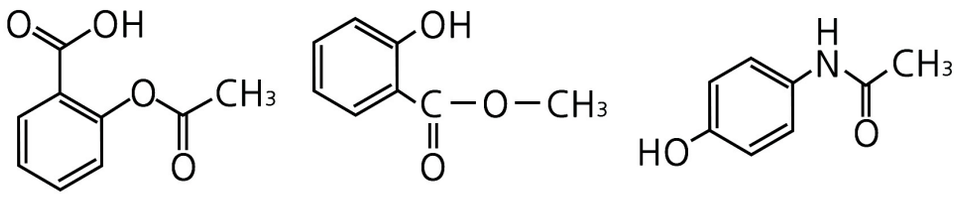


시멘트	자갈, 모래, 물 →	콘크리트	철 →	철근 콘크리트

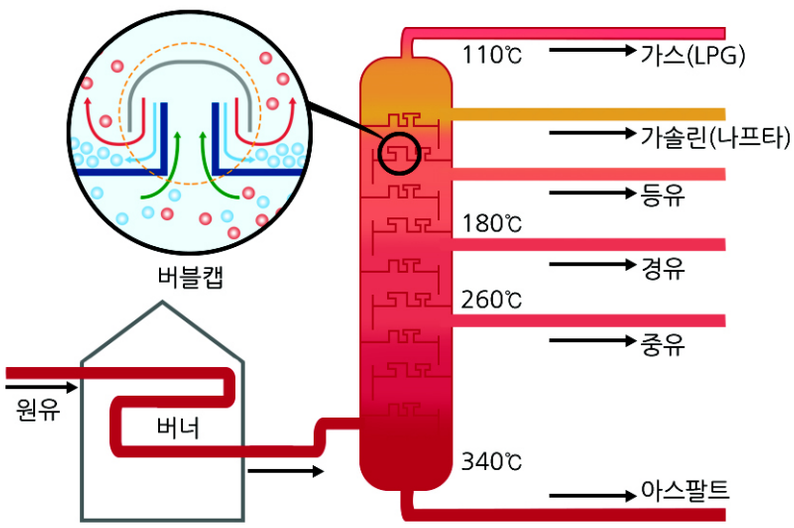
예제 2 이처럼 철(Fe)의 사용은 문명을 발달을 가능하게 했다. 부작용은 무엇이 있을까.

(4) 건강문제 해결

합성 의약품(아스피린, 파스, 타이레놀)은 탄소화합물로 이루어진 물질이다.



(5) 에너지원



연료		주성분
LNG	Liquefied Natural Gas	CH_4
CNG	Compressed Natural Gas	CH_4
NGV	Natural Gas Vehicle	CH_4
LPG	Liquefied Petroleum Gas	C_3H_8, C_4H_{10}

2. 탄소화합물의 유용성

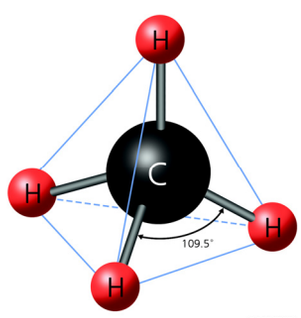
• 탄소 화합물(유기물) : 탄소(C)원자가 수소(H), 산소(O), 질소(N), 할로젠(F, Cl, Br, I)등과 결합하여 만들어진 화합물

- 구성 원소가 적으나 종류가 많다.
- 공유 결합성 물질(분자) : 녹는점, 끓는점이 낮다.
- 안정, 반응성이 작다.
- 유기용매에 잘 녹는다.
- 전기전도성이 없다.
- 연소 생성물로 이산화탄소(CO_2), 수증기(H_2O)가 발생한다.
- 물(극성분자)에 녹지 않은 무극성분자이다.

(1) 탄화 수소 : 탄소(C)원자와 수소(H)원자만으로 이루어진 화합물, C_xH_y

메테인(CH_4)
- 정사면체 구조, 공기보다 가볍다.
- 무색 기체, 물에 잘 녹지 않는다.
- 액화 천연가스(LNG)의 주성분이다.
- 연소가 되면 이산화탄소와 물 생성과 함께 에너지가 발생한다.

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$



프로페인(C_3H_8), 뷰테인(C_4H_{10})
- 입체구조, 공기보다 무겁다.
- 무색 기체, 물에 잘 녹지 않는다.
- 액화 석유가스(LPG)의 주성분이다.
- 뷰테인은 라이터, 휴대용 가스의 연료로 쓰인다.
- 연소가 되면 이산화탄소와 물 생성과 함께 에너지가 발생한다.

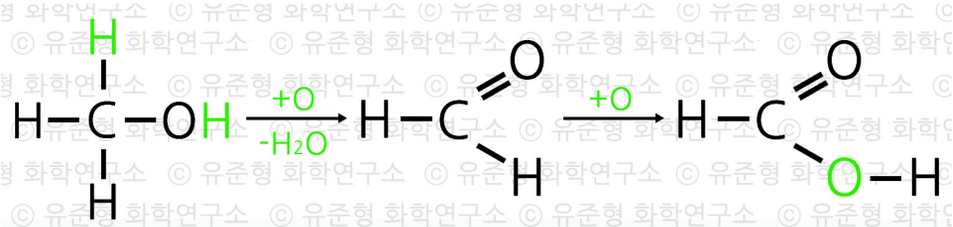
$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

$$2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$$

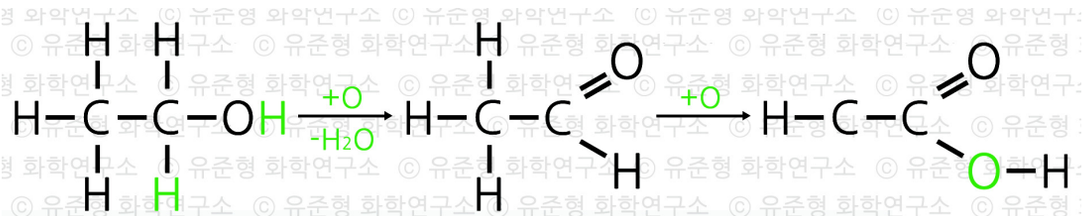
(2) 알코올 : 탄화수소에 1개 이상 하이드록시기(-OH)가 결합된 화합물. 메탄올(CH_3OH), 에탄올(C_2H_5OH)

- 탄소수가 적을수록, 하이드록시기가 많을수록 물에 잘 섞인다(녹는다). 즉, 용해도가 증가한다.
- 탄소 부분은 무극성, 하이드록시기는 극성부분이다.
- 수용액에서 중성, 전기 통하지 않음(이온화 안되기 때문)

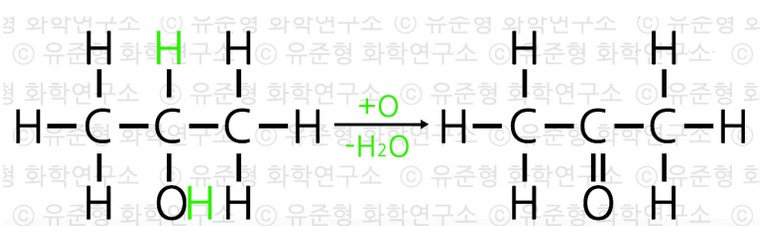
CH_3OH(메탄올)	산화 →	HCHO(폼알데하이드)	산화 →	HCOOH(폼산)
- 독성, 세척제, 연료, 중성		- 환원성, 접착제 원료		- 산성, 개미산



C_2H_5OH(에탄올)	산화 →	CH_3CHO (아세트알데하이드)	산화 →	CH_3COOH(아세트산)
- 술 성분, 소독용 약품에 이용 - 물에 잘녹아 유기용매로 이용 - 포도당을 발효시켜 얻음		- 환원성		- 산성, 식초성분 - 낮은 온도에서 고체로 존재(빙초산)



2차 알코올	산화 →	CH_3COCH_3(아세톤)
		- 특유의 냄새를 지닌 무색 액체 - 물과 유기용매에 모두 녹는다. - 매니큐어 지우는데 이용



3. 합성 고분자 화합물

(1) 플라스틱(합성수지) : 화학적 방법으로 생산된 고분자 물질

ex 폴리에틸렌(PE), 폴리염화바이닐(PVC), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타이렌(PS), 페놀수지, 요소수지, 멜라민수지

① 장점 : 가볍고, 녹슬지 않고 대량 생산이 가능하다. 값이 싸다.

② 단점 : 잘 썩지 않기 때문에 환경 오염을 일으킨다.

(2) 합성 섬유

ex 나일론, 폴리 에스터

THEME 2 화학식량(원자량, 분자량)

1. 원자량이란?

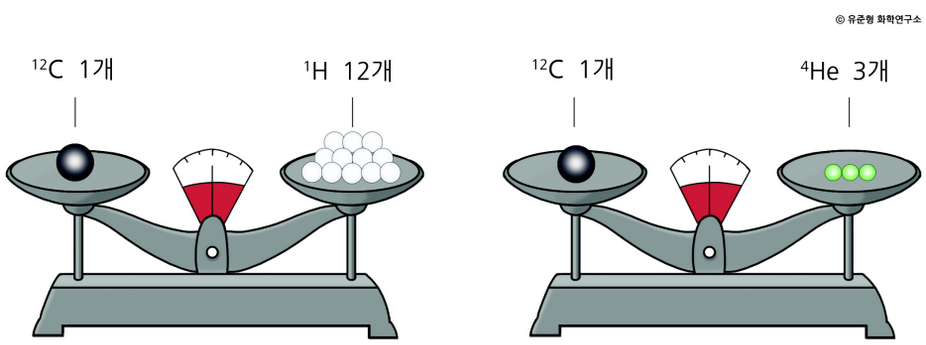
★ **양(量)의 종류(단위)**

- 질량(g, kg)
- 부피(ml, L)
- 개수(몰)

★ 정량 분석 : 변화 전후 어떤 양(量)적인 물질의 변화를 설명하는 방법.

★ 정성 분석 : 변화 전후 어떤 성질의 변화를 설명하는 방법

원자	탄소(C)	수소(H)	산소(O)
실제질량	1.99×10^{-23}g	1.66×10^{-24}g	2.66×10^{-23}g
탄소(C)에 대한 질량비	-	1/12	16/12
원자량	12	1	16



[탄소에 대한 수소와 헬륨의 상대적 질량비]

탄소 12를 기준으로 한 원자량이다. 특히 C, H, O, N은 필수로 암기한다.

원자번호	C	H	O	N	He	Na	S	Cl	K	Ca
원자량										

2. 분자량이란?

- H_2O의 분자량은?

- CO_2의 분자량은?

- NH_3의 분자량은?

- CH_4의 분자량은?

- NaCl의 실험식량은?

→ 실험식의 상대적 질량을 **실험식량**이라고 한다.

- CO_3^{2-}의 이온(식)량은?

→ 이온식의 상대적 질량을 **이온(식)량**이라고 한다. 이 때, 전자의 질량은 무시한다. 내가 몸무게 재는데, 모기 한 마리가 내 어깨에 붙은 샘이다. Na와 Na^+의 상대적 질량은 같다.

이처럼 원자면 원자량, 분자면 분자량, 실험식이면 실험식량, 이온이면 이온(식)량 이라고 부른다. 이를 총칭 **화학식량**이라고 부른다. 화학식량은 상대적 질량이므로 단위가 없다.

예제 1 **다음 물질들의 분자량(화학식량)을 구하라.**

O_2 N_2 H_2SO_4 NaOH NO_3^- $C_6H_{12}O_6$ $CaCO_3$

★ 기호와 단위

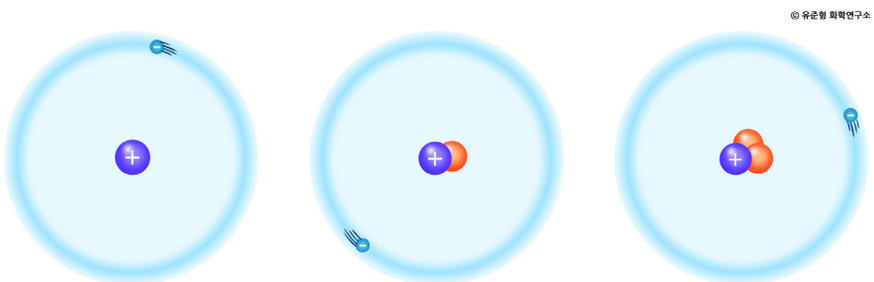
물리량(물체 또는 물질의 성질, 상태를 나타내는 수치)을
약자(기호)로 표현할 때는 **이탤릭체**를 사용하고, **단위**를 사용할 때는 **정체**를 사용한다.

물리량	기호	단위
일	W	J, Nm
힘	F	N
거리	s	m
높이	h	m
무게	w	N
질량	m	g, kg
속력	v	m/s
일률	P	W
몰농도	M	M, mol/L
몰랄농도	m	m, mol/kg
몰분률	X_A	없음

SI Prefix(SI 접두어)				
Prefix		Base	Decimal	English word
Name	Symbol	Exponential		Description
peta	P	10^{15}	1,000,000,000,000,000	Quadrillion
tera	T	10^{12}	1,000,000,000,000	Trillion
giga	G	10^{9}	1,000,000,000	Billion
mega	M	10^{6}	1,000,000	Million
kilo	k	10^{3}	1,000	Thousand
hecto	h	10^{2}	100	Hundred
deca	da	10^{1}	10	Ten
base	b	10^{0}	1	One
deci	d	10^{-1}	0.1	Tenth
centi	c	10^{-2}	0.01	Hundredth
milli	m	10^{-3}	0.001	Thousandth
micro	μ	10^{-6}	0.000 001	Millionth
nano	n	10^{-9}	0.000 000 001	Billionth
pico	p	10^{-12}	0.000 000 000 001	Trillionth
femto	f	10^{-15}	0.000 000 000 000 001	Quadrillionth

3. 평균 원자량이란?

※ 동위 원소(同位元素, Isotope)란?



수소 ($^{1}_{1}H$) 중수소 ($^{2}_{1}H$) 삼중수소 ($^{3}_{1}H$)

수소(H)의 동위원소(isotope,同位元素)

예제 2 **동위원소의 존재 비는 ^{35}Cl 75%, ^{37}Cl 25%이다. 염소(Cl)의 평균 원자량을 구하라. 단, 원자량은 각각 35, 37이다.**

예제 3 **동위원소의 존재 비는 ^{35}Cl 75%, ^{37}Cl 25%이다. 물음에 답하여라. 단, 원자량은 각각 35, 37이다.**

① 염소(Cl_2)의 평균 분자량은 몇 종류인가.

② 각각의 존재비를 구하라.

③ 염소(Cl_2)의 평균 분자량은?

예제 4 **X_2의 분자량 70 : 72 : 74의 존재비는 9 : 6 : 1이다. 다음 물음에 답하여라.**

① X의 평균 원자량, 평균 분자량을 구하시오.

② X의 동위원소는 몇가지인가?

③ X의 동위원소 존재비는?

예제 5 **X_2의 분자량 158 : 160 : 162의 존재비는 1 : 2 : 1이다. 다음 물음에 답하여라.**

① X의 평균 원자량, 평균 분자량을 구하시오.

② X의 동위원소는 몇가지인가?

③ X의 동위원소 존재비는?

예제 6 **${}^{1}_{1}H$, ${}^{2}_{1}H$, ${}^{3}_{1}H$와 ${}^{35}_{17}Cl$, ${}^{37}_{17}Cl$가 있다. 다음 물음에 답하시오. 단, 원자량과 질량수가 같다.**

① HCl 분자의 종류는 몇 가지 인가?

② HCl 분자량의 종류는 몇 가지 인가?

예제 7 **표는 자연계에 존재하는 염소와 브로민의 동위원소와 각 원소의 평균 원자량을 나타낸 것이다.**

원소	동위 원소	평균 원자량
염소	^{35}Cl	35.453
	^{37}Cl	
브로민	^{79}Br	79.904
	^{81}Br	

① 동위 원소에 의해서 생성되는 <u>분자량이 다른</u> BrCl의 종류 수?

② 질량이 가장 큰 BrCl이 가지는 중성자의 수? 단, Br과 Cl의 원자번호는 각각 35,17이다.

③ 각 동위 원소의 존재비율이 비슷한 것은?

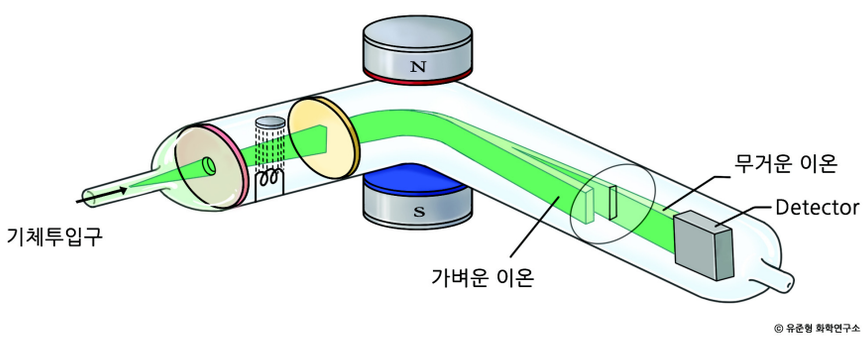
예제 8 **$^{35}_{17}a$, $^{37}_{17}a$에서 MCl의 화학식량이 42, 44 두 가지로 존재할 때 M의 동위원소는 몇가지인가. 단, 원자량과 질량수가 같다.**

참고

탄소의 동위원소

	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{6}C$
양성자수	6	6	6
중성자수	6	7	8
질량수	12	13	14
원자량	12.000(약속)	12.999	13.999
자연계 존재비율	97%	2%	1%
평균 원자량	$12.000 \times \frac{97}{100} + 12.999 \times \frac{2}{100} + 13.999 \times \frac{1}{100}$		

※ 질량분석법(Mass Spectrometry) : 평균원자량 측정 장치



참고

자연계에 존재하는 대표적인 동위 원소

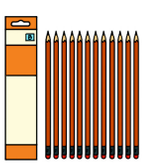
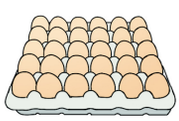
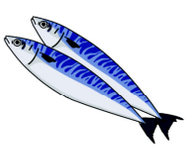
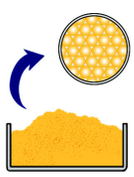
원소	원자 번호	동위 원소	양성자 수	중성자 수	질량수	존재 비율(%)	평균 원자량
탄소	6	^{12}C	6	6	12	98.892	12.01
		^{13}C	6	7	13	1.108	
질소	7	^{14}N	7	7	14	99.634	14.001
		^{15}N	7	8	15	0.366	
산소	8	^{16}O	8	8	16	99.762	15.999
		^{17}O	8	9	17	0.038	
		^{18}O	8	10	18	0.200	
염소	17	^{35}Cl	17	18	35	75.770	35.453
		^{37}Cl	17	20	37	24.230	
브로민	35	^{79}Br	35	44	79	50.540	79.904
		^{81}Br	35	46	81	49.460	

THEME 3 몰(mole)

우리의 생활속에서 연필 12개를 1다스, 마늘 100개를 1접, 김(laver) 100장을 1톳이라고 한다. 이러한 단위(다스, 접, 톳)를 왜 사용할까. 연산을 편하게 하기 위해서이다. 화학에서도 원자나 분자를 세야(counting) 되는 상황이 생긴다. 이럴 때 원자나 분자 6×10^{23}개를 1몰(mole)이라고 한다. 몰(mole)은 단지 개수 세는 단위 일 뿐이다. **아보가드로수**(N_A)라고 불리는 **6×10^{23}**, 이 수가 얼마나 큰 수일까.

우주의 별이 모여 있는 집단을 은하(galaxy)라고 한다. 한 은하의 대략적인 별의 개수는 천억(10^{11})개가 있다고 한다. 그렇다면 우주에는 몇 개의 은하가 있을까. 약 천억(10^{11})개 은하가 있다고 한다. 그렇다면 우주에 별의 총 개수는 10^{22}개($=10^{11}\times10^{11}$)있다. 가희 상상을 초월하는 수이다. 왜 이러한 수를 사용할까. 원자, 분자가 너무 너무 작아서 사용하는 것이다. 그렇다면 다음 질문에 답을 할 수 있다.

1. 몰(mole)이란 무엇이며 왜 사용하는가?

연필 1다스	달걀 1판	고등어 1손	원자 1몰
			
12자루	30개	2마리	6.02×10^{23}개

[물질들의 묶음 단위]

✪ 몰과 아보가드로수를 사용하는 이유 : 좁쌀이나 콩과 같이 크기가 작은 곡물류는 개수를 세어서 팔지 않는다. 또한 연필이나 마늘을 판매하는 곳에 가보면 묶음단위를 쓰는 것을 볼 수 있다. 즉, 일정량을 인간들이 단위로 약속하고 거래를 하는 것이다. 마찬가지로 원자나 분자도 일정량을 하나로 묶어서 그 양을 나타낸다. 쉽게 말해 크기가 너무 작아서이다.

예제 1 메테인(CH_4) 1몰속에 포함된 분자 수와 탄소원자 수 및 수소원자 수를 구하시오.

예제 2 원자량은 탄소($_{12}C$)의 질량을 12로 정하고 이것을 기준으로 정한 상대적인 질량이다. 이에 따라 산소(O)의 원자량은 16이 된다. 만약 탄소의 원자량을 6으로 정하였다면 산소의 원자량은 얼마인가?

2. 그렇다면 몰과 질량의 관계를 알아야 한다. 아메데오 아보가드로(Amedeo Avogadro, 1776-1856)가 질량수가 12인 탄소원자의 질량을 12로 정하고 집에 와서 고민 한다. 탄소(C) 12g에는 과연 탄소(C) 원자가 몇 개 존재 할까. 그 고민 결과 유명한 1몰(mole)인 아보가드로수(N_A)가 등장한다. 정말 중요한 내용이다. 원자량, 분자량, 화학식량의 의미는 "1몰 몇 그램"이냐의 컨셉이다.

- 원자 1몰 = (원자량)g　　예 C 원자 1몰 =12g
- 분자 1몰 = (분자량)g　　예 H_2O 분자 1몰 = 18g
- 이온 1몰 = (이온식량)g　　예 NaCl 1몰 = 58.5g

여기서 화학식량은 단위가 없지만, 몰질량의 단위는 g/mol이다.

예제 3 다음 질량을 구하시오.

① O_2 2몰　② NH_3 0.5몰　③ CH_4 0.5몰　④ CO_3^{2-} 1몰

예제 4 CO_2분자 1개의 질량?

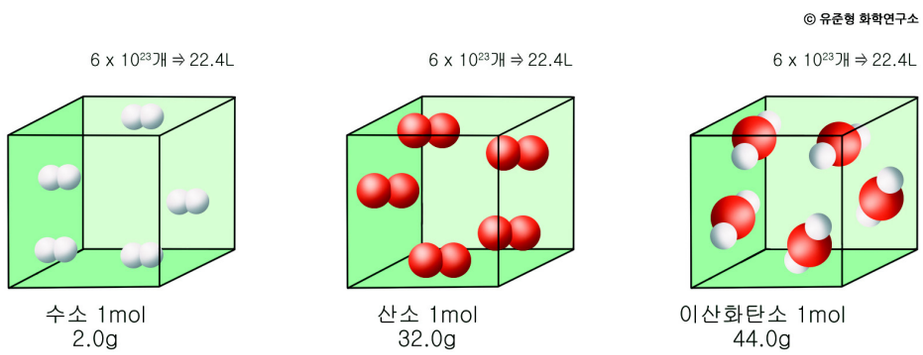
예제 5 H_2O 9g에 대해 다음을 구하여라.

① 몰수　② 분자 수　③ 총원자수　④ 산소원자 수

3. 이젠 몰과 부피의 관계를 공부해 보자. 아보가드로 법칙이란 무엇인가?

예를 들어, 0℃, 1기압(표준상태)에서 22.4L에는 기체의 종류에 관계없이 1몰(6×10^{23}개)개가 들어간다.

예 CH_4 16g의 부피(STP) = 22.4L, NH_3 34g의 부피(STP) = 44.8L



표준상태(S.T.P)에서 기체 1mol의 부피

참고 **표준상태(S.T.P)**

0℃, 1기압
Standard Temperature and Pressure

이 예를 역으로 말하면, 다음 관계식을 꼭 기억해야 한다.

예제 6 **0℃, 1기압에서 0.5몰의 암모니아(NH_3)기체가 있다.**

① 암모니아의 분자 수 ② 암모니아 기체의 부피

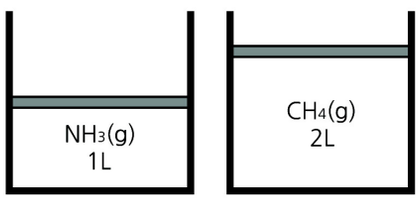
③ 수소원자(H)의 몰수 ④ 질소원자(N)의 몰수

예제 7 **STP에서 CH_4 5.6L질량?**

예제 8 표준상태에서 5.6L인 기체의 질량이 8g인 기체는 무엇인가?

① H_2 ② CH_4 ③ O_2 ④ C_2H_6 ⑤ CO_2

예제 9 25℃, 1기압에서 다음 물음에 답하여라. 단, 암모니아, 메테인의 분자량은 각각 17, 16이다.



① 암모니아, 메테인의 몰수비?

② 암모니아, 메테인의 질량비?

③ 각 피스톤 H원자 몰 수비?

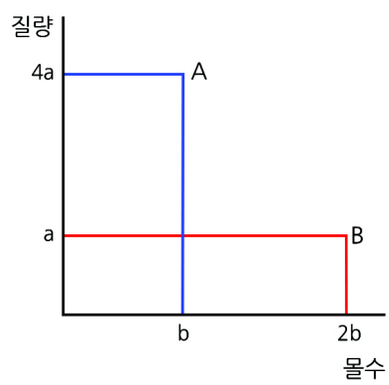
④ 각 피스톤의 총 원자의 몰 수비?

4. 몰수와 입자 수, 질량, 부피의 관계

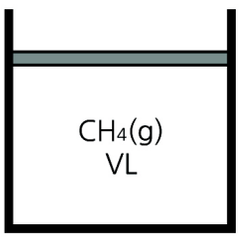
예제 10 다음 자료를 보고 기체 A, B의 분자량의 비를 구하라.

기체 A	기체 B
0.8g	0.3g
4n몰	n몰

예제 11 다음 자료를 보고 기체 A, B의 분자량의 비를 구하라.



예제 12 25℃, 1기압에서 H원자의 개수를 알기 위해 추가로 필요한 자료는?



예제 13 다음 중 1몰이 아닌 것은?

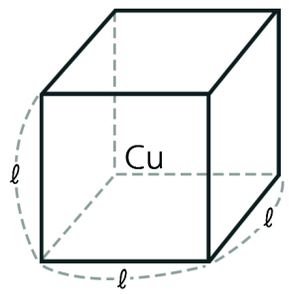
① 수소 1g에 포함 된 수소원자 수
② STP, CO_2 11.2L속 산소원자 수
③ 물 18g의 물 분자 수
④ STP에서 물 22.4L에서 물 분자 수

예제 14 비커에 물($H_2O(l)$) 100ml가 존재할 때 물의 몰수는? 단, 물의 밀도와 분자량은 각각 1.0 g/ml, 18이다.

예제 15 비커에 물($H_2O(l)$) Vml가 존재할 때 이 안에 있는 수소(H) 원자의 갯수? 단, 물의 밀도와 분자량은 각각 d g/ml, M이고, 아보가드로 수는 NA이다.

예제 16 구리(Cu)가 wg 존재할 때, 구리의 원자수는? 단, 구리의 화학식량은 64이다.

예제 17 다음 가로, 세로, 높이가 1cm인 정육면체의 구리(Cu) 덩어리가 있다. 구리(Cu)의 원자 수를 구하기 위해 필요한 자료는?



5. 기체 양론

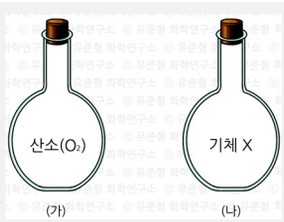
화학1에서는 온도와 압력이 동일한 기체만 교과과정에서 다룬다. 온도와 압력이 동일한 기체에서

먼저 기체의 분자량을 구해보자. 분자량의 의미는 '1몰 몇g이냐'의 concept이다. 다음 문제를 풀어 본다.

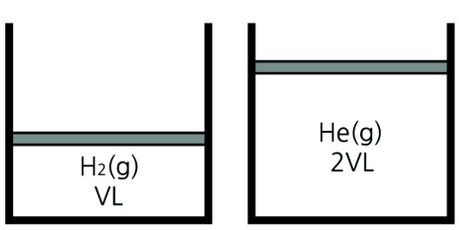
예제 18 0℃, 1기압에서(표준상태에서) 16g의 X의 부피가 11.2L인 경우 X의 분자량?

예제 19 0℃, 1기압에서 밀도가 1.25g/L인 기체의 분자량?

예제 20 질량이 100g인 플라스크에 그림 (가)와 같이 산소(O_2)의 기체를 채우고 질량을 측정하였더니 103.2g이었다. 같은 온도와 압력에서 그림(나)와 같이 같은 플라스크에 기체 X를 채우고 질량을 측정하였더니 106.4g이었다. 기체 X의 분자량?

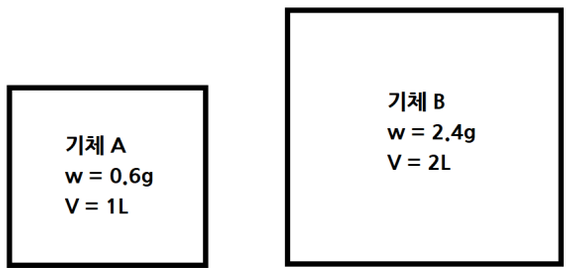


예제 21 25℃, 1기압에서 다음 표의 빈칸을 채우시오. 단, 수소(H_2)와 헬륨(He)의 분자량은 각각 2, 4이다.

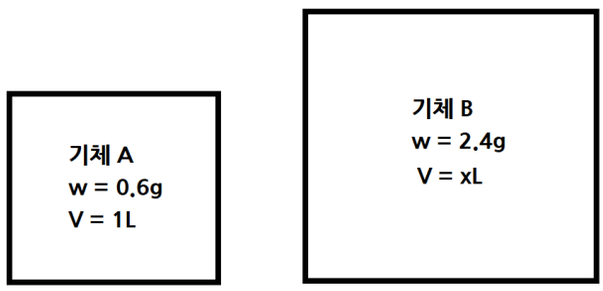


	수소(H_2)	헬륨(He)
분자 몰수비		
원자 몰수비		
질량비		
부피비		
밀도비		
단위 부피당 분자수 비		
단위 부피당 원자수 비		

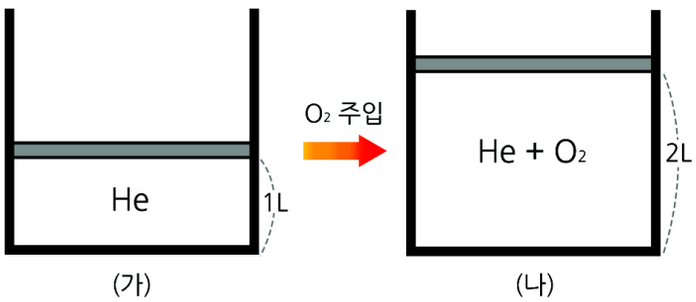
예제 22 25℃, 1기압에서 다음 기체 A, B의 분자량의 비를 구하라.



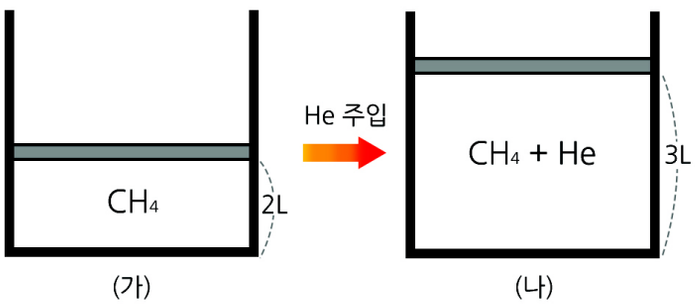
예제 23 25℃, 1기압에서 다음 기체 B의 부피(x)를 구하라. 단, 기체 A, B 분자량은 각각 30, 60이다.



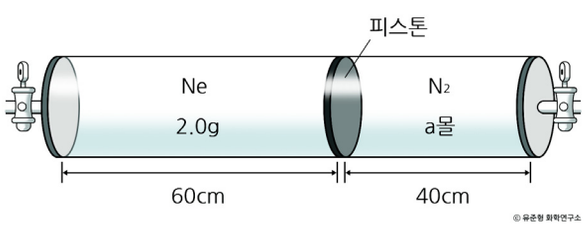
예제 24 25℃, 1기압에서 그림(가)에 산소를 주입하여 부피가 2L가 되었다. 그림(가)와 (나)의 기체의 밀도비를 구하여라. 단, 헬륨과 산소의 분자량은 각각 4, 32이고, 서로 반응하지 않는다.



예제 25 25℃, 1기압에서 그림(가)에 헬륨을 주입하여 부피가 3L가 되었다. 그림(가)와 (나)의 기체의 밀도비를 구하여라. 단, 메테인(CH4)과 헬륨(He)의 분자량은 각각 16, 4이고, 서로 반응하지 않는다.

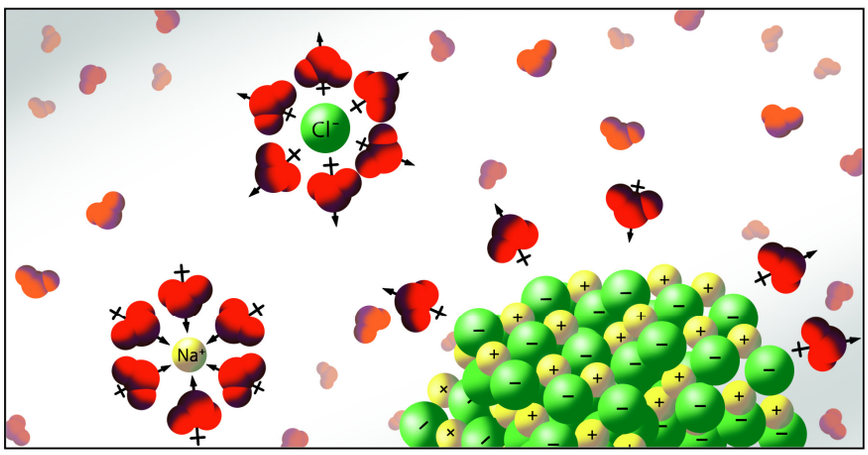


예제 26 다음 그림은 분리된 용기 왼쪽에 Ne기체 2.0g이 들어 있다. 오른쪽에 질소(N_2) 기체 질량을 구하시오. (25℃, Ne, N_2의 분자량은 각각 20, 28이다)



6. 용액에서 농도를 어떻게 표현하는가?

	공식	단위	온도의 변화
질량 퍼센트		%	온도 변화에 따른 퍼센트 농도 값의 변화가 없음 (단, 부피백분율은 제외)
	$\text{몰 백분율} = \frac{A\text{의 몰수}(mol)}{\text{모든 성분의 몰수}(mol)} \times 100$		
	$\text{부피 백분율}(v/v) = \frac{\text{용질의 부피}(mL)}{\text{용액의 부피}(mL)} \times 100$		
	$\text{질량 천분율} = \frac{\text{용질의 질량}}{\text{용액의 질량}} \times 10^3$	‰	
	$\text{질량 백만분율} = \frac{\text{용질의 질량}}{\text{용액의 질량}} \times 10^6$	ppm	
	$\text{질량 십억분율} = \frac{\text{용질의 질량}}{\text{용액의 질량}} \times 10^9$	ppb	
몰농도		mol/L(M)	온도가 변화하면 변함
몰랄농도		mol/kg(m)	온도가 변화해도 안 변함
몰분률	$\chi_A = \frac{A\text{의 몰수}(mol)}{\text{모든 성분의 몰수}(mol)}$	없음	



예제 27 물 100g에 NaOH 25g 녹아 있는 용액의 %농도는?

예제 28 20% 설탕물 200g에 들어있는 설탕의 질량은?

예제 29 a% 설탕물 400g에 들어있는 설탕의 질량은?

예제 30 a% 설탕물 wg에 들어있는 설탕의 질량은?

예제 31 a% 설탕물 VmL에 들어있는 설탕의 질량은? 단, 설탕물의 밀도는 dg/mL이다.

예제 32 H_2SO_4(화학식량 98) 4.9g이 녹아 있는 500mL 수용액의 몰농도는?

예제 33 설탕 34.2g을 물에 녹여 수용액 500mL을 만들었다. 몰농도는? 단, 설탕의 화학식량은 342이다.

예제 34 요소 3g을 물에 녹여 수용액 100mL을 만들었다. 몰농도는? 단, 요소의 화학식량은 60이다.

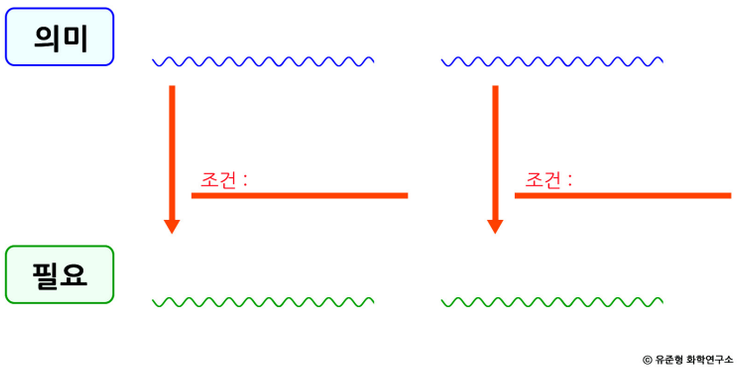
예제 35 0.2M NaOH(aq) 200mL에 녹아 있는 NaOH의 몰수는?

예제 36 aM 요소수 VmL에 녹아있는 요소의 몰 수는?

예제 37 aM 요소수 wg에 녹아있는 요소의 질량은? 단, 요소의 화학식량은 A이고, 요소 수용액의 밀도는 dg/mL이다.

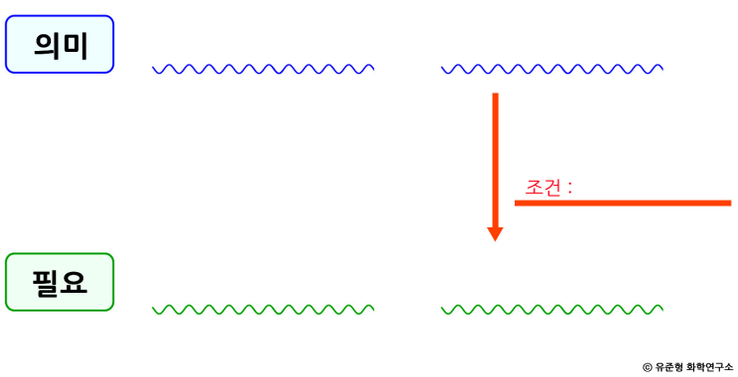
8. 농도의 환산

(1) a% 농도(%)가 주어졌을 때, 몰농도(M)를 구해 보자.



예제 38 20% NaOH(화학식량 40) 의 밀도가 1.2g/mL일 때 몰농도?

(2) a% 농도(%)가 주어졌을 때, 몰랄농도(m)를 구해 보자. 심화



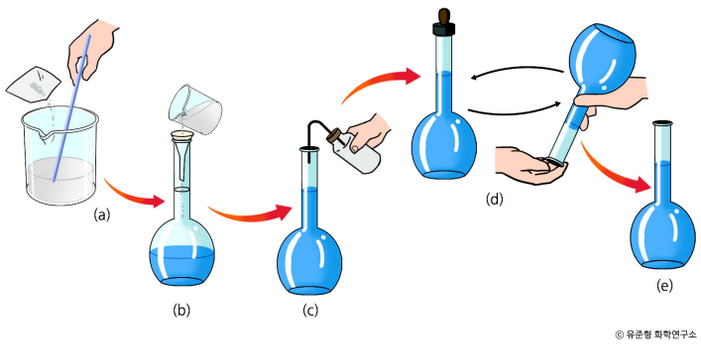
a%의 의미를 알아야 되고, 몰랄농도를 구하기 위해서 필요한 게 무엇인지 생각해본다. 용질의 화학식량이 필요하다.

예제 39 20% NaOH(화학식량 40)의 몰랄농도? 심화

✚ 탐구 01 ✚ 표준 용액 만들기(0.1M NaOH 수용액 만들기)

❶ NaOH 4g(0.1mol)을 저울에 달아 비커에 녹인다. ⇨ 필요한 실험 기구?

❷ 1L들이 부피 플라스크에 넣고 물을 가해 눈금까지 채운다. ⇨ 필요한 실험 기구?



✚ 탐구 01 ✚ 96% 진한 황산으로부터 0.2M H_2SO_4(aq) 500mL 만들기

(황산의 분자량 98, 진한 황산의 밀도 = 1.84g/mL)

❶ 필요한 황산의 양 → 0.1몰(∵ 0.2M×0.5L) → 9.8g

❷ 필요한 황산의 양(w) → $\frac{9.8 \times 100}{96} g$

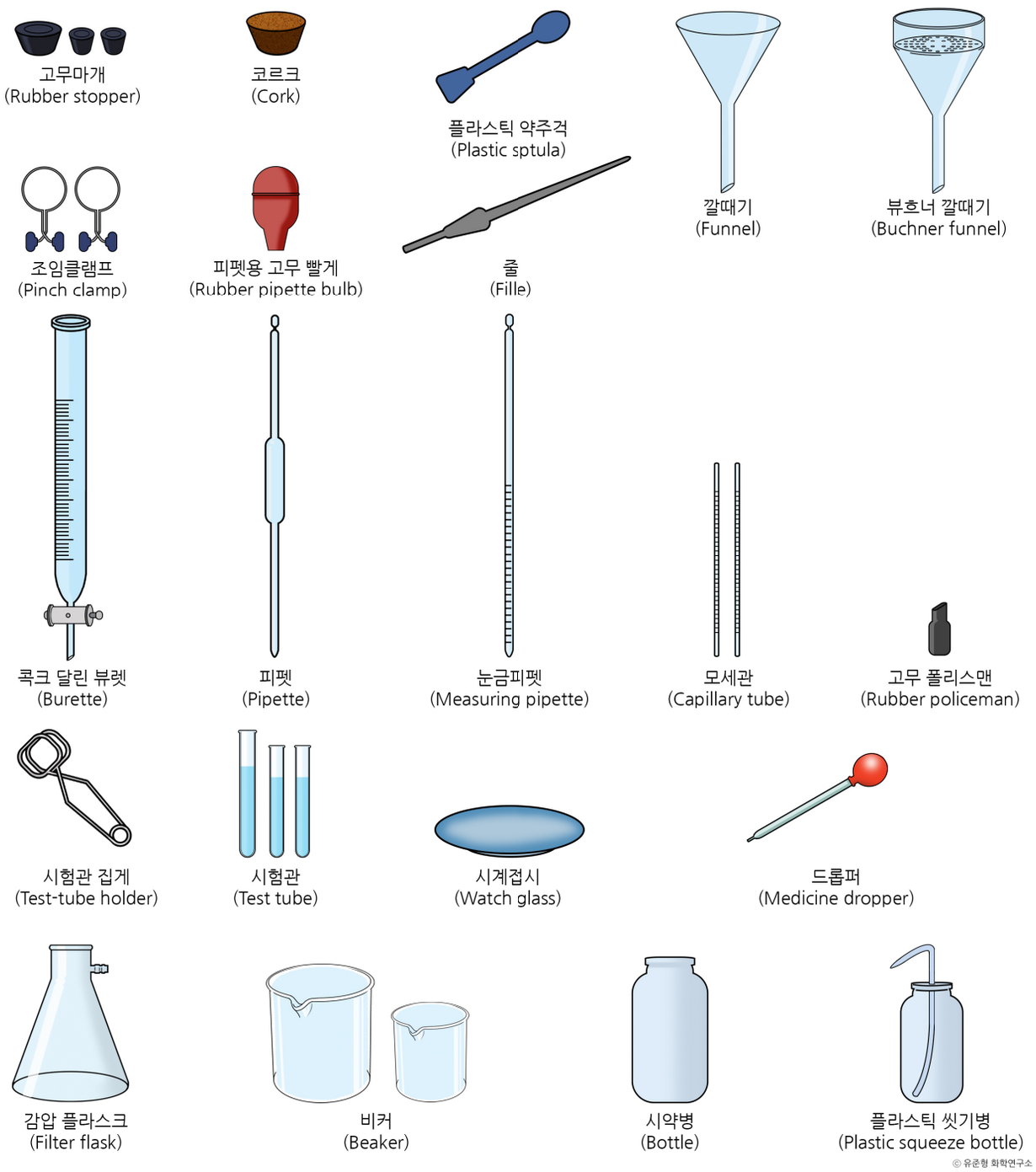
96% $\xrightarrow{\text{의 미}}$ 용액 100g당 용질 96g 있다. 따라서 100 : 96 = wg : 9.8

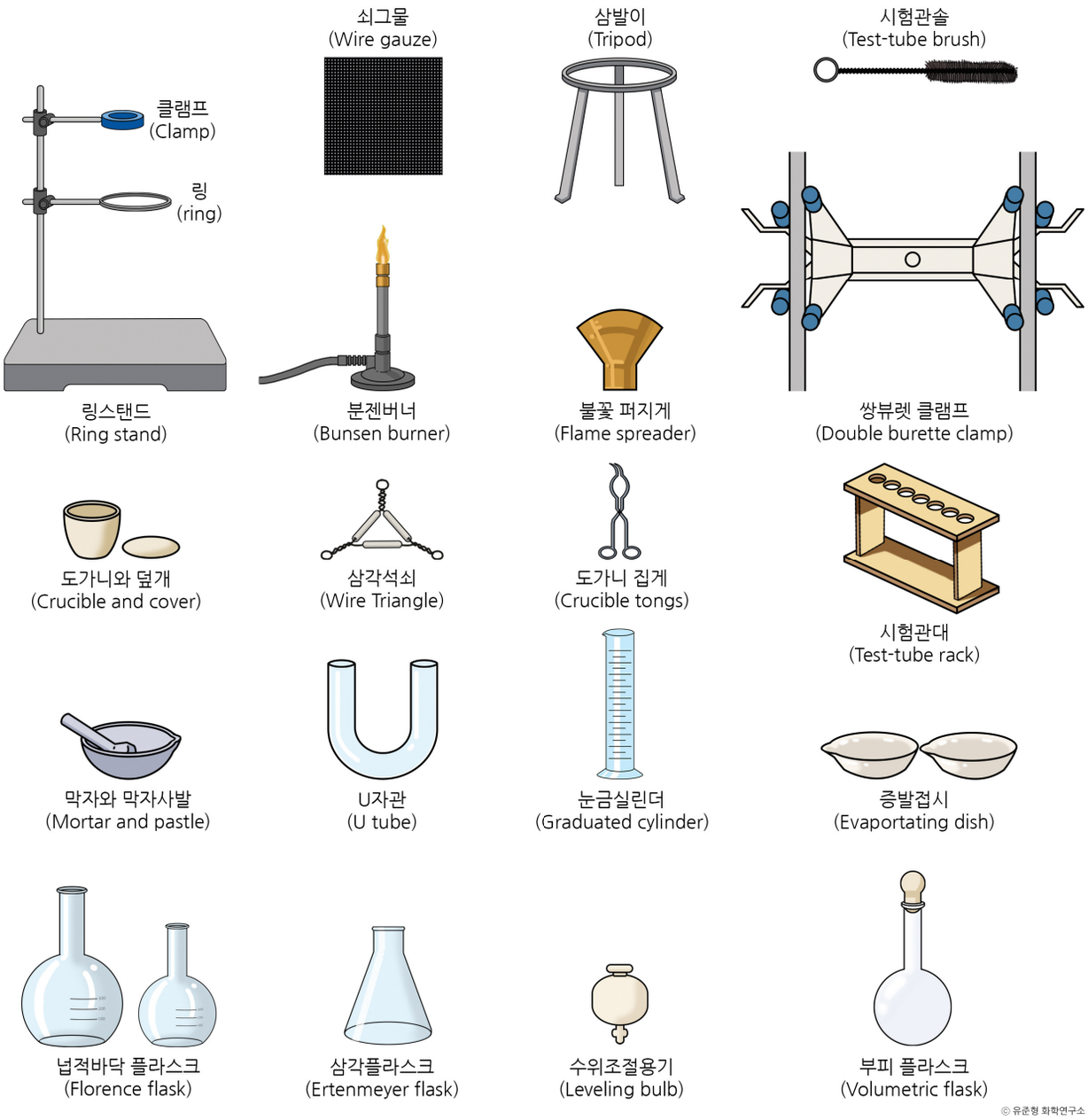
❸ 필요한 황산의 부피 → $\frac{\frac{9.8 \times 100}{96}}{1.84} mL$ ⇨ 필요한 실험 기구?

❹ 500mL 부피 플라스크에 약간의 증류수를 넣은 후 ❸에서 측정한 진한 황산을 넣어준다.

❺ 부피 플라스크에 증류수를 추가로 넣어 표선(500mL)을 맞춘다. ⇨ 필요한 실험 기구?

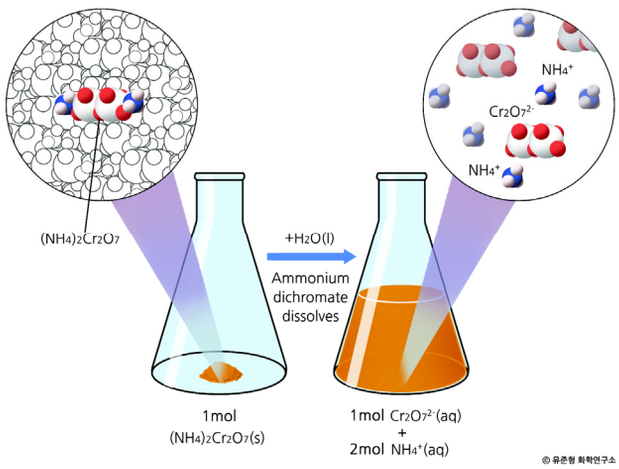
★ 과학 실험 도구

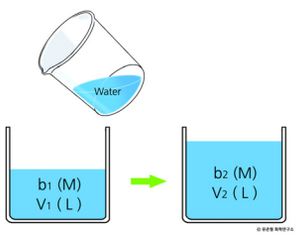
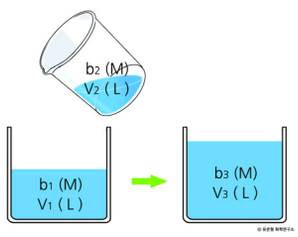
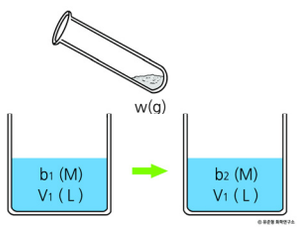




· 뷰흐너 깔때기 : 여과 시 사용되는 실험장비 주로 감압 플라스크와 같이 사용한다.
· 고무 폴리스맨 : 비커 등 용기 잔유물을 세척하는데 사용한다.
· 시계 접시 : 비커의 뚜껑으로 사용하기도 하고 액체를 담아 증발시키기도 하고 한천을 깔아 배양하는 시계접시 배양을 할 때도 사용한다. 용도가 매우 다양하다.
· 불꽃 퍼지게 : 버너 끝에 부착하여 문자 그대로 불꽃의 범위를 넓힌다.
· 쌍뷰렛 클램프 : 2개의 시험관을 동시에 고정할 수 있다.
· 수위조절용기

9. 혼합 용액의 농도



용액의 농도가 변화 하는 상황		
용매만으로 희석 했을 때, 몰수가 바뀌지 않는다.	농도가 다른 두 가지 용액을 혼합할 때, 몰농도 구하기	용액에 용질만을 가할 때, 몰농도 구하기 (단, 용질(화학식량 M) 첨가 시, 부피는 변하지 않는다)
		

참고

몰농도 $(M) = \frac{몰수(n)}{부피(V)}$ 이므로 몰수(n)를 구할 때는 '몰농도(M)×부피(V)'로 구한다. 용액에서 정말 많이 나온다.

예제 40 1.2M NaOH(aq) 100mL에 증류수를 더 넣었더니, 농도가 1.0M인 NaOH(aq)이 되었다. 이 때 수용액의 부피는?

예제 41 0.1M NaCl(aq) 300mL와 0.2M NaCl(aq) 200mL를 혼합한 용액의 몰농도?

예제 42 다음 반응을 참고하여, 0.1M HCl(aq) 50mL와 0.1M NaOH(aq) 49.9mL 혼합 용액의 H^+의 몰농도를 구하라. 단, 혼합용액 부피는 100mL로 한다.

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

THEME 4 화학 반응식과 양적 관계

1. 화학반응식 계수맞추기

STEP 1 : 반응물과 생성물을 화학식으로 나타낸다.

STEP 2 : 반응물은 왼쪽, 생성물은 오른쪽에 쓰고 반응물과 생성물의 사이에 화살표(→)로 연결하고, 각 물질을 +로 연결한다.

STEP 3 : 질량보존법칙을 근거로 반응물과 생성물의 원자수를 같게 계수를 맞춘다.

STEP 4 : 물질의 상태를 표시한다. 상태 표시는 고체(solid)는 (s), 액체(liquid)는 (l), 기체(gas)는 (g), 수용액(aqueous solution)은 (aq)로 표기한다. 상태는 생략하기도 한다.

화학반응식은 반드시 계수를 맞추어야 완결된다. 미정계수법이라는 방법으로 에탄올의 산화반응을 예로 들어 본다.

$$xC_2H_5OH + yO_2 \rightarrow aCO_2 + bH_2O$$

C의 원자 수 : $2x=a$
H의 원자 수 : $6x=2b$
O의 원자 수 : $x+2y=2a+b$

$x=1$로 놓으면,
$a=2,\ b=3,\ y=3$

따라서 완결된 화학반응식은
$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

예제 1 다음 화학반응식을 완성하시오.

① $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$

② $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

③ $Mg + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

④ $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$

⑤ $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

⑥ $C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

⑦ $C_xH_y + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

⑧ $C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

⑨ $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

⑩ $Fe_2O_3 + CO \rightarrow Fe + CO_2$

⑪ $Fe_3O_4 + CO \rightarrow Fe + CO_2$

⑫ $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

2. 화학 반응에서의 양적 관계

화학 반응식	CH_4 + $2O_2$ → CO_2 + $2H_2O$
계수 비	
분자 수비	
몰 수비	
부피 비(기체)	
질량(g)	

화학반응식에서 반응물과 생성물의 계수는 그 물질들의 몰수를 의미한다. 절대로 잊지 말라. 몰을 환산인자로 이용하여 양적인 관계를 상호 변환할 수 있어야 한다.

3. 한계 반응물(the reactant that is used up first in a chemical reaction)이란?

★ 화학반응에서 양적 계산의 기준 ★

⇨ 화학반응식 완성 후,
처음 얼마나 있었는가? 얼마나 반응 했는가? 최종(평형)적으로 얼마나 남아 있는가?

	$2H_2$	+	O_2	→	$2H_2O$
처음					
반응					
최종					

예제 2 수소 2g과 산소 20g을 완전히 반응 시킬 때 남는 기체와 생성된 수증기의 질량을 각각 구하라.

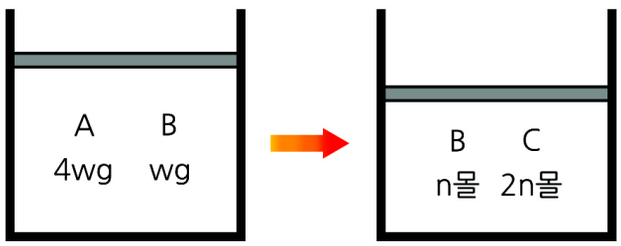
예제 3 메테인(CH_4) 10L를 산소 30L속에서 완전 연소시켰다. 남은 기체와 생성된 기체의 부피를 각각 구하라. 단, 압력은 일정하다.

예제 4 알루미늄(Al, 원자량 : 27) 9.0g을 충분한 양의 산소기체와 완전히 반응시켰을 때 생성되는 산화알루미늄(Al_2O_3,화학식량 : 102)의 질량?

유형 01 : 반응 전 후 반응물질 또는 생성물질에 대한 자료 분석

예제 5 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



반응 전 반응 후

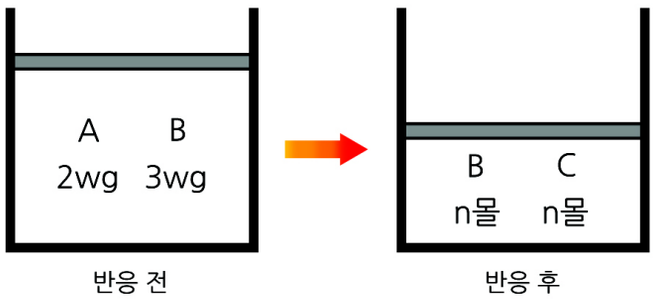
① 기체 A와 B의 분자량 비를 구하시오.

② 반응 전과 후 실린더에서 부피 비를 구하시오.

③ 반응 전과 후 전체 기체의 밀도 비를 구하시오.

예제 6 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다.

$$3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



① 기체 A와 B의 분자량 비를 구하시오.

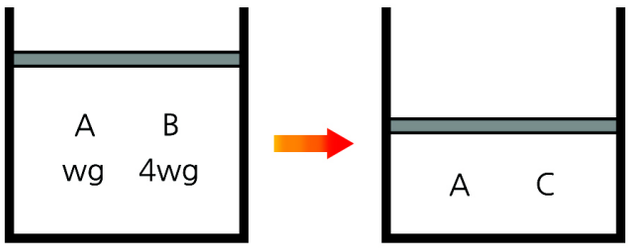
② 반응 전과 후 실린더에서 부피 비를 구하시오.

③ 반응 전과 후 전체 기체의 밀도 비를 구하시오.

④ 반응 전과 후 기체 B의 밀도비를 구하시오.

예제 7 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 후 A와 C의 몰 수 비는 1 : 1이다.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



반응 전 반응 후

① 기체 A와 B의 분자량 비를 구하시오.

② 반응 전과 후 실린더에서 부피 비를 구하시오.

③ 반응 전과 후 전체 기체의 밀도 비를 구하시오.

④ 반응 전과 후 기체 A의 밀도비를 구하시오.

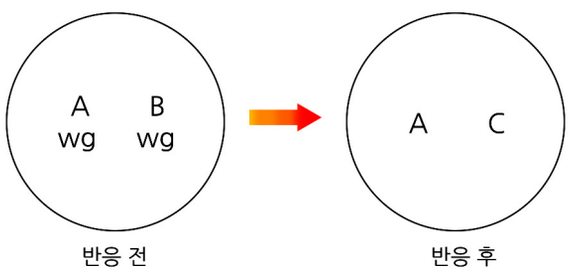
유형 02 : 반응 전 후 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다(질량보존법칙) 질량비를 구한 경우, 몰수비(계수비)를 이용하여 분자량비를 구한다.

	$2H_2(g)$	+	$O_2(g)$	→	$2H_2O(g)$
질량비					
처음					
반응					
최종					

처음과 최종 질량이 일정하게 유지된다. 반응하는 상황에서 질량보존법칙을 생각할 수 있어야 한다.
이런 상황을 바라볼 수 있는 눈을 가질 수 있어야 한다.

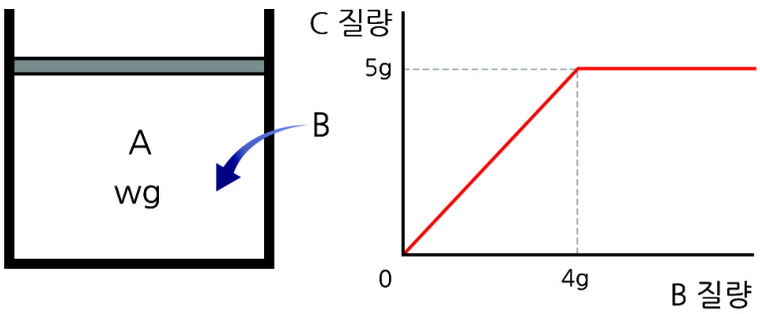
예제 8 **25℃에서 다음 반응이 진행된다. 반응 후 A와 C의 질량 비는 7 : 9이다. 기체 A, B, C의 분자량의 비를 구하시오.**

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



예제 9 25℃에서 다음 반응이 진행된다. 일정량의 A(g)가 들어 있는 실린더에 B(g)를 넣을 때의 자료이다. 기체 A, B, C의 분자량의 비를 구하시오.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



유형 03 : 화학 양론에서 분자량(비)를 구하는 게 핵심이다.
다음 논리를 가지고 있어야 한다.

ex1) 2A(g) + B(g) → 2C(g)

①

②

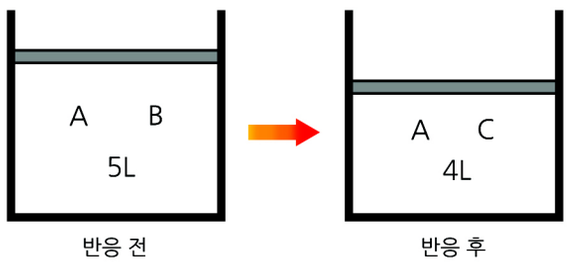
ex2) 3A(g) + B(g) → 2C(g)

①

②

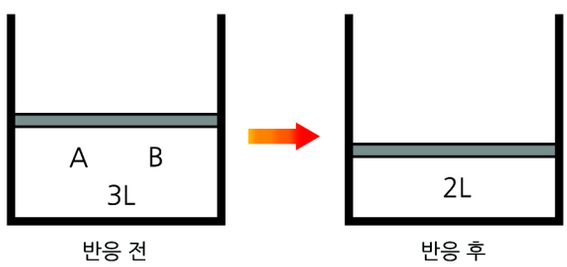
예제 10 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전 A의 몰 수를 구하라. 단, 1몰 부피를 1L라고 한다

2A(g) + B(g) → 2C(g)



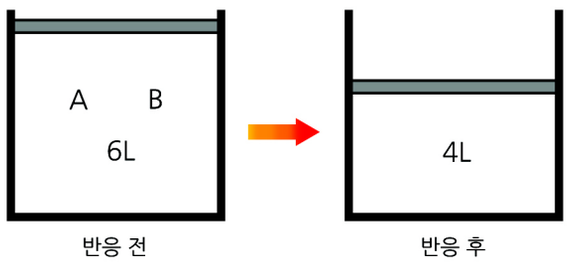
예제 11 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 후 남아 있는 물질을 모두 써 보시오.

2A(g) + B(g) → 2C(g)



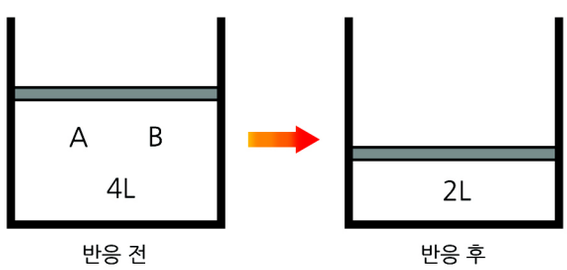
예제 12 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 후 남아 있는 물질을 모두 써 보시오.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



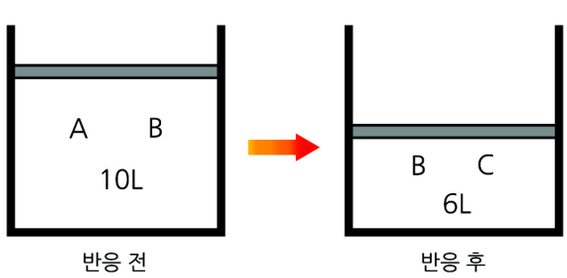
예제 13 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 후 남아 있는 물질을 모두 써 보시오. 만약 문제에 오류가 있다면 그 이유를 설명해 보세요.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



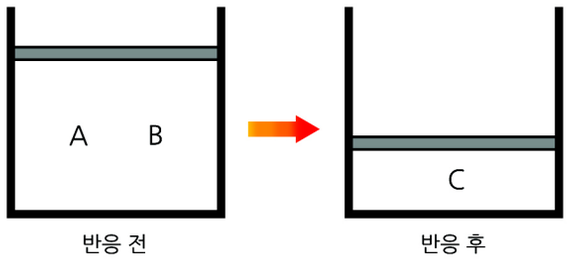
예제 14 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전 기체 B의 몰수를 구하시오.

$$3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



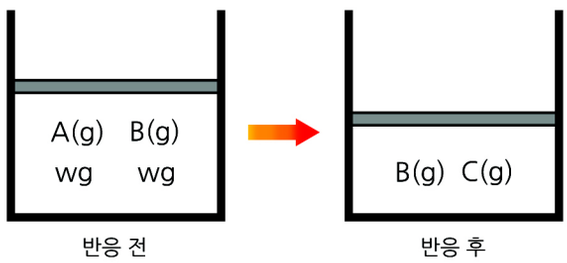
예제 15 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전과 후의 밀도비를 구하시오.

$$3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



예제 16 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전과 후의 부피는 각각 8L, 6L이다. 물음에 답하시오.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



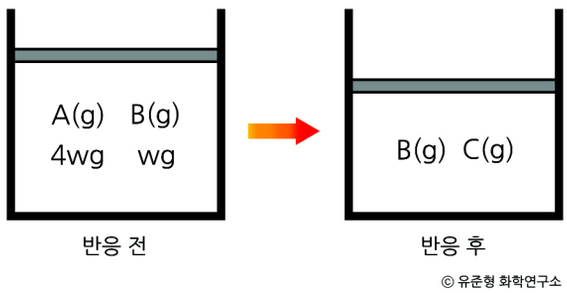
① 기체 A, B, C의 분자량 비를 구하시오.

② 반응 전과 후 전체 기체의 밀도 비를 구하시오.

③ 반응 전과 후 기체 B의 밀도 비를 구하시오.

예제 17 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전과 후의 부피는 각각 8L, 6L이다. 물음에 답하시오.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



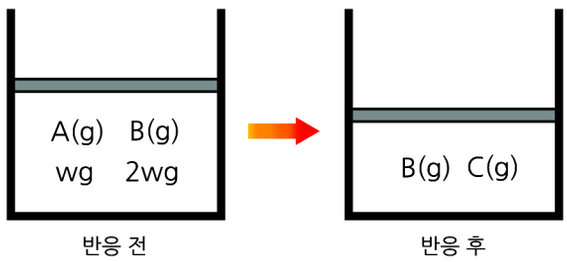
① 기체 A, B, C의 분자량 비를 구하시오.

② 반응 전과 후 전체 기체의 밀도 비를 구하시오.

③ 반응 전과 후 기체 B의 밀도 비를 구하시오.

예제 18 **25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전과 후의 부피는 각각 10L, 6L이다. 물음에 답하시오.**

$$3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



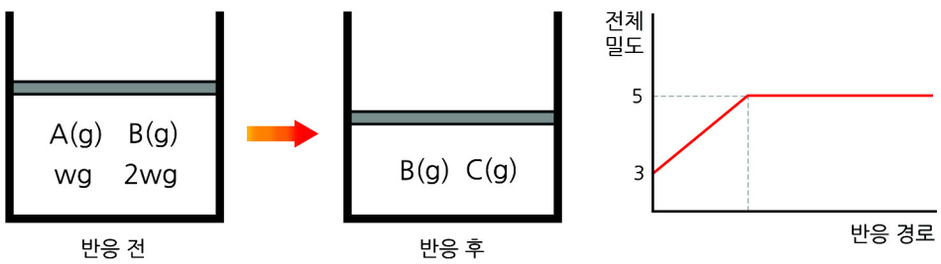
① 기체 A, B, C의 분자량 비를 구하시오.

② 반응 전과 후 전체 기체의 밀도 비를 구하시오.

③ 반응 전과 후 기체 B의 밀도 비를 구하시오.

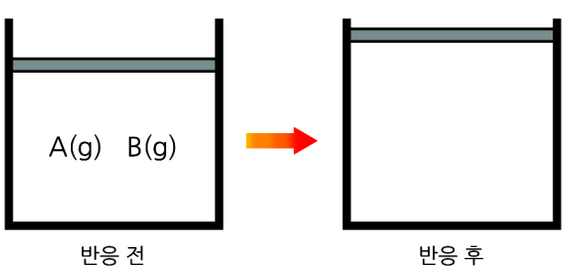
예제 19 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전과 후의 전체 기체 입자 수비를 구하시오.

$$3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



예제 20 25℃, 1기압에서 다음 반응이 진행된다. 반응 전과 후의 부피는 각각 12L, 14L이다. 반응 전 기체 B의 몰수를 구하시오.

$$A(g) + 5B(g) \rightarrow 3C(g) + 4D(g)$$



킬러문제

예제 21 **다음은 25℃, 1기압에서 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성하는 화학반응식이다.**

$$aA(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$

표는 실린더에 A와 B를 넣어 반응시킨 실험 Ⅰ과 Ⅱ에 대한 자료이다. 기체 A, B, C의 분자량의 비($M_A : M_B : M_C$)를 구하시오. 단, 반응물 중 하나는 모두 반응하였다. a는 반응 계수, 분자량은 A가 B의 2배이다.

실험	반응 전 반응물의 질량(g)		전체 기체의 부피(L)	
	A	B	반응 전	반응 후
Ⅰ	w	w	V	$\frac{5}{6}V$
Ⅱ	4w	2w		

킬러문제

예제 22 **다음은 25℃, 1기압에서 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성하는 화학반응식이다.**

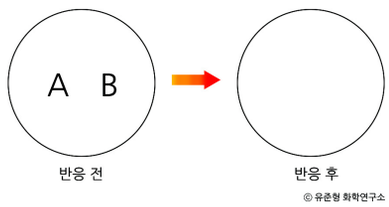
$$A(g) + 2B(g) \rightarrow cC(g)$$

표는 실린더에 A₩와 B를 넣고 반응시킬 때, 반응 전후 용기 속 기체에 대한 자료이다. 기체 A, B, C의 분자량의 비($M_A : M_B : M_c$)를 구하시오. 단, 실험 I 에서는 A가 모두 소진되었고, 실험 II 에서는 B가 모두 소진되었다. c는 반응 계수이다.

실험	반응 전	반응 후	
	전체 기체의 몰 수(몰)	전체 기체의 몰 수(몰)	전체 기체의 질량(g)
I	4n	2n	34
II	5n	2n	62

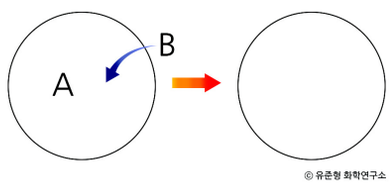
유형 04 : 혼합 한계반응물

양적관계 계산은 2가지가 있다.
1가지 유형 : 혼합



$A + B \rightarrow C$
A와 B를 반응 시킨 후 어떤 물질의 양을 따지는 유형

2가지 유형 : 주입



$A + B \rightarrow C$
A만 있는 통에 B를 주입한 후 변화를 묻는다.
어떤 경우이든 한계반응물을 묻는다.

예제 23 **다음 실험 Ⅰ, Ⅱ를 보고 각각 몇 번 완전 반응 할 것인가. 단, 온도는 일정하다.**

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

	반응 전		반응 후
	$H_2(g)$	$O_2(g)$	$H_2O(g)$
실험 Ⅰ	2몰	6몰	
실험 Ⅱ	6몰	2몰	

예제 24 다음 실험 Ⅰ, Ⅱ를 보고 화학반응식 계수의 비를 구하시오. 단, 온도는 일정하다.

$$aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$$

	반응 전		반응 후
	A(g)	B(g)	C(g)
실험 Ⅰ	2몰	8몰	2몰
실험 Ⅱ	8몰	2몰	4몰

예제 25 다음 실험 Ⅰ, Ⅱ를 보고 화학반응식 계수의 비를 구하시오. 단, 온도는 일정하다.

$$aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$$

	반응 전		반응 후 전체 몰 수
	A(g)	B(g)	
실험 Ⅰ	2몰	8몰	9몰
실험 Ⅱ	8몰	2몰	8몰

예제 26 다음 실험 Ⅰ, Ⅱ를 보고 화학반응식 계수의 비를 구하시오. 단, 온도는 일정하다.

$$aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$$

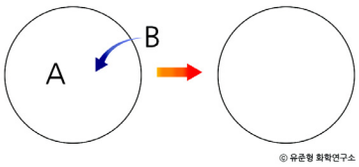
	반응 전		반응 후
	A(g)	B(g)	C(g)
실험 Ⅰ	12몰	2몰	4몰
실험 Ⅱ	3몰	12몰	2몰

예제 27 다음 실험 Ⅰ, Ⅱ를 보고 화학반응식 계수의 비를 구하시오. 단, 온도는 일정하다.

$$aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$$

	반응 전		반응 후 전체 몰 수
	A(g)	B(g)	
실험 Ⅰ	12몰	2몰	10몰
실험 Ⅱ	3몰	12몰	13몰

유형 05 : 주입 한계반응물

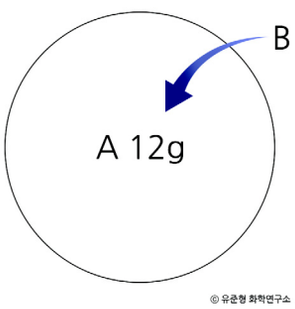


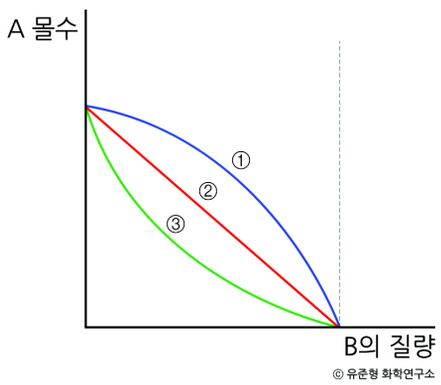
$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$

반응 전, 후 한계반응물을 판단하여 용기 내부에 어떤 물질이 있는지 판단하는 것은 기본이다. 용기는 강철용기, 실린더이고, 주입은 계속되며, 모든 주입형 문제는 언젠가 모든 반응물이 존재하지 않은 완결점에 도달한다. 주입형 문제에서 가장 중요한 point는 출발점(A만 존재)과 완결점(생성물(C)만 존재, A와 B가 딱 반응하는 point)이다.

예제 28 **일정량의 A 12g에 기체 B를 넣는다. 기체 A의 양은 줄어들 것이다. 그래프의 개형을 고르시오. 단, 온도는 일정하다.**

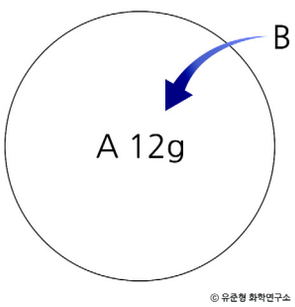
$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$

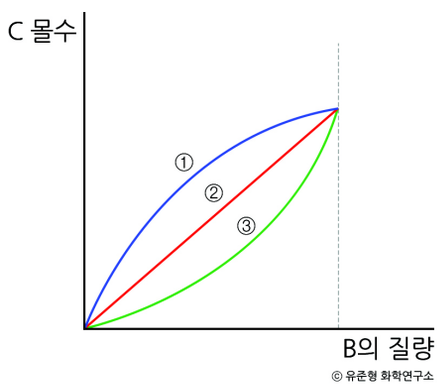




예제 29 **일정량의 A 12g에 기체 B를 넣는다. 기체 C의 양은 늘어날 것이다. 그래프의 개형을 고르시오. 단, 온도는 일정하다.**

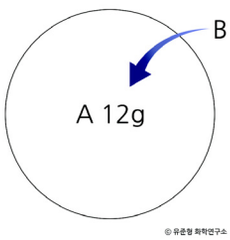
$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$





예제 30 **일정량의 A 12g에 기체 B를 넣는다. ① 출발점, ② 출발점 ~ 완결점, ③ 완결점, ④ 완결점 이후 존재하는 물질을 써 보세요. 단, 온도는 일정하다.**

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



① 만 존재

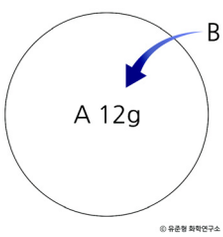
② 만 존재

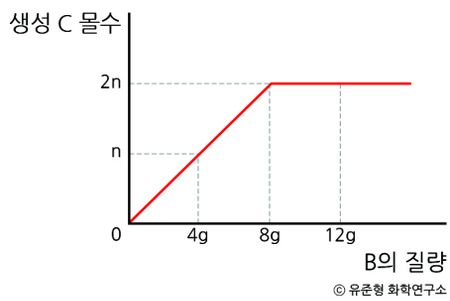
③ 만 존재

④ 만 존재

예제 31 **일정량의 A 12g에 기체 B를 넣는다. 기체 C의 몰수 변화는 다음과 같다. 물음에 답하시오. 단, 온도는 일정하다.**

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$



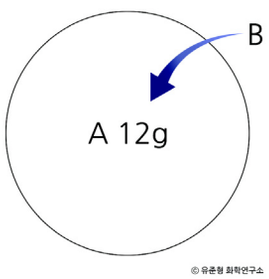


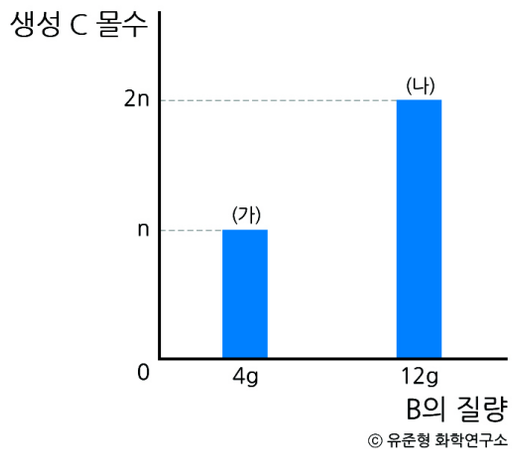
① 기체 A, B, C의 분자량의 비를 구하여라.

② 완결점과 완결점 이후 C의 질량을 각각 구하여라. 그렇게 생각하는 이유도 써라.

예제 32 일정량의 A 12g에 기체 B를 넣는다. 기체 C의 몰수 변화는 다음과 같다. 기체 A가 다 반응할 때 B의 질량을 구하시오. 단, 온도는 일정하다.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$





예제 33 일정량의 A 12g에 기체 B를 넣는다. B의 질량에 따른 용기 내 전체 몰수 변화를 그려보시오. 단, 온도는 일정하다.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$