



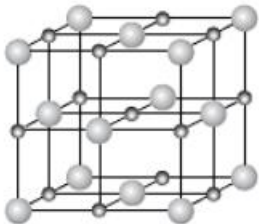
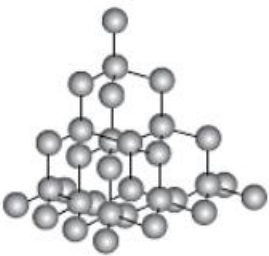
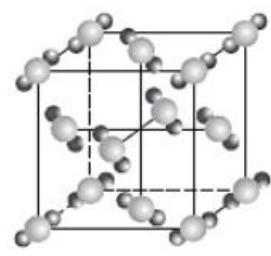
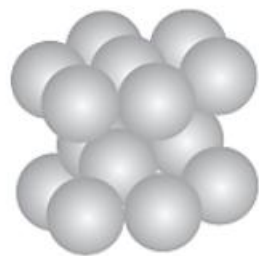
07. 동인화학식의 종류

(1) 화학식의 의미

- ① 화학식은 물질의 화학적 조성을 나타냄.
- ② 화학식은 존재하는 원소들의 종류와 그 원소들의 원자들 사이의 상대적 비(예 이온 결합일 경우)를 표시함.
- ③ 화학식에서 원자 기호 옆에 아래첨자로 있는 숫자는 그 원자의 개수를 의미함.
- ④ 화합물은 고정된 질량 비율로 화학 결합된 2개 이상의 원소들을 함유함.
- ⑤ 공유 결합을 가지는 HCl 분자는 1개의 수소 원자와 1개의 염소 원자가 화학적으로 결합하여 만듦.
- ⑥ 한 화합물의 순수한 시료들은 똑같은 질량비의 똑같은 원소들을 함유함. 원소들의 원자들이 고정된 정수비로 조합된다는 의미하는 법칙을 일정 성분비의 법칙이라 함.

(2) 화학식의 종류

- ① 분자식 : 분자를 이루는 원자의 종류와 수로 나타낸 식.
- ② 실험식 : 물질을 이루는 원자의 종류와 원자의 수를 가장 간단한 정수비로 나타낸 식.
 - 분자식과 시성식, 구조식은 분자에만 해당되지만 실험식은 모든 화합물에 해당됨.
 - 분자식이 $C_2H_4O_2$ 인 아세트산에서 실험식은 CH_2O 임.
 - 벤젠의 분자식이 C_6H_6 이고 아세틸렌의 분자식이 C_2H_2 이지만 두 물질 모두 실험식은 CH 임.
 - $NaCl$ 과 같은 이온결합 물질의 경우 분자라고 규정지을 수 없기 때문에 화학식으로는 실험식만 사용.
 - 다이아몬드(C)나 석영(SiO_2)와 같은 원자결정물질은 결정 전체가 화학결합이 있는 상태이므로 간단히 실험식만으로 나타냄.
 - 철(Fe)과 같은 금속결정 물질 또한 실험식으로 나타냄.

구분		이온 결정	원자 결정	분자 결정	금속 결정
구성 입자		양이온과 음이온	원자	분자	금속 양이온과 자유 전자
결합력		정전기적 인력	공유 결합력	분자간 인력	양이온과 자유 전자 사이의 전기적인 힘
전기 전도성	고체	없다	없다(단, 흑연은 예외)	없다	있다
	액체	있다	없다	없다	있다
녹는점		높다	매우 높다	낮다	높다
예		염화나트륨, 염화세슘, 황산구리(II)	다이아몬드(C), 흑연(C), 수정(SiO_2)	ドライアイス, 얼음, 설탕	Fe, Na, Cu, Zn
모형		 염화나트륨	 다이아몬드	 ドライアイス	 아연

실험식

실험식

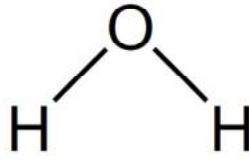
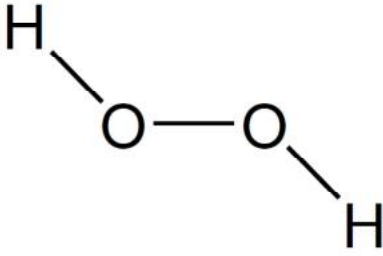
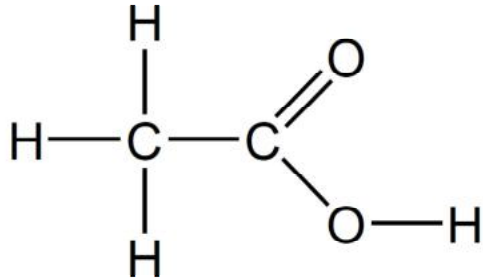
분자식

실험식

- ③ 시성식 : 분자 내에 그 분자의 화학적 성질을 나타내는 작용기가 있을 때, 이것을 중심으로 나타낸 화학식을 시성식이라고 함.

물질	메탄올	에탄올	아세트산	옥살산
작용기	$-\text{OH}$	$-\text{OH}$	$-\text{COOH}$	$-\text{COOH}$
분자식	CH_4O	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
시성식	CH_3OH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	CH_3COOH	HOOCCOOH

④ 구조식 : 분자내의 원자간 결합을 선으로 나타내서 분자를 표현한 화학식을 구조식이라고 함.

화학식	물	과산화수소	아세트산	염화나트륨
실험식	H_2O	HO	CH_2O	$NaCl$
분자식	H_2O	H_2O_2	$C_2H_4O_2$	—
시성식	HOH	—	CH_3COOH	—
구조식				—



확인 문제

(p.22)

원소 기호와 화학식에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 수소의 원소 기호는 'Hydrogen'의 첫 글자를 딴 H이다.
- ㄴ. 철의 원소 기호는 F이다.
- ㄷ. N_2O 는 질소 원자 1개와 산소 원자 2개로 이루어져 있음을 의미한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ① ; 철의 원소 기호는 Fe이다. N_2O 는 질소 원자 2개와 산소 원자 1개로 이루어진 화합물이다.



확인 문제

(p.23)

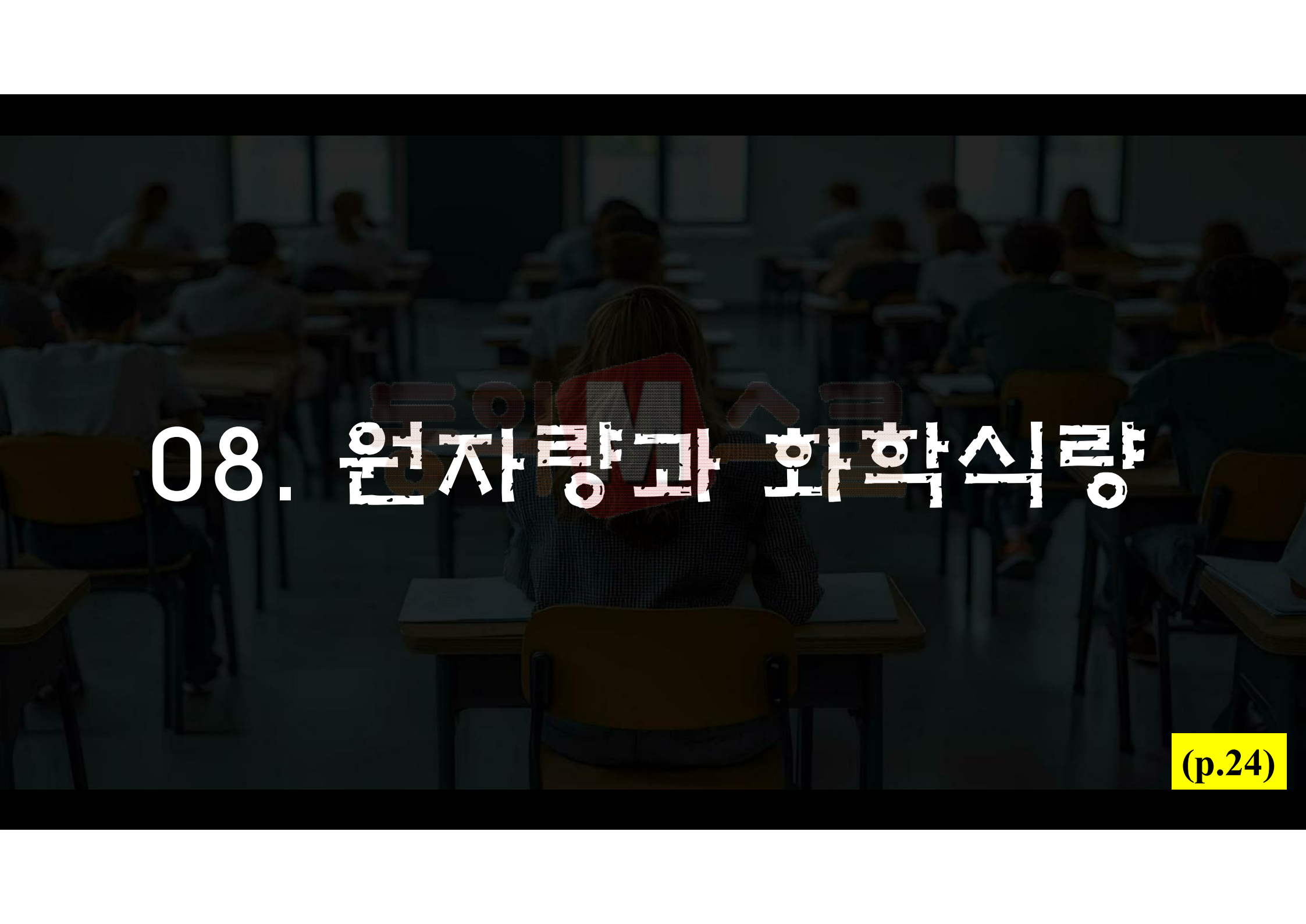
다음은 몇 가지 물질의 화학식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 홑원소 물질은 1개이다.
- ② 2개의 원자로 이루어진 분자는 1개이다.
- ③ 2종류의 원소로 이루어진 물질은 2개이다.
- ④ 가장 적은 수의 원자로 이루어진 물질은 O_2 이다.
- ⑤ 가장 많은 수의 원자로 이루어진 분자는 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 이다.

[정답] ③

O_2 와 Ar은 홑원소 물질이고, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, $\text{C}_{14}\text{H}_{28}$, CO는 화합물이다. 2개의 원자로 이루어진 분자는 O_2 와 CO이며, 2종류의 원소로 이루어진 물질은 $\text{C}_{14}\text{H}_{28}$ 과 CO이다. 가장 적은 수의 원소로 이루어진 물질은 Ar이며, 가장 많은 수의 원자로 이루어진 분자는 $\text{C}_{14}\text{H}_{28}$ 이다.



08. 원자량과 화학식량

(p.24)

(1) 원자량

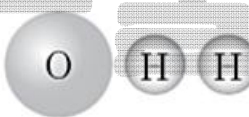
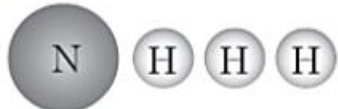
- ① 질량수 12인 탄소 원자의 질량을 12로 정하고, 이 값과 비교한 다른 원자의 상대적인 질량값.
- ② 평균 원자량 : 동위 원소의 존재 비율에 따라 각 동위 원소의 원자량의 평균값으로 표시하는 원자량.
- ③ 염소 동위 원소의 존재 비율 : ^{35}Cl (원자량 35) 75 %, ^{37}Cl (원자량 37) 25 %

동위 원소	^{35}Cl	^{37}Cl
원자량	35	37
존재비(%)	75	25

$$\text{염소의 평균 원자량} = \frac{35 \times 75 + 37 \times 25}{100} = 35.5 \%$$

(가중 평균)

④ 분자량 : 공유 결합 물질의 분자를 구성하는 모든 원자의 평균 원자량의 합.

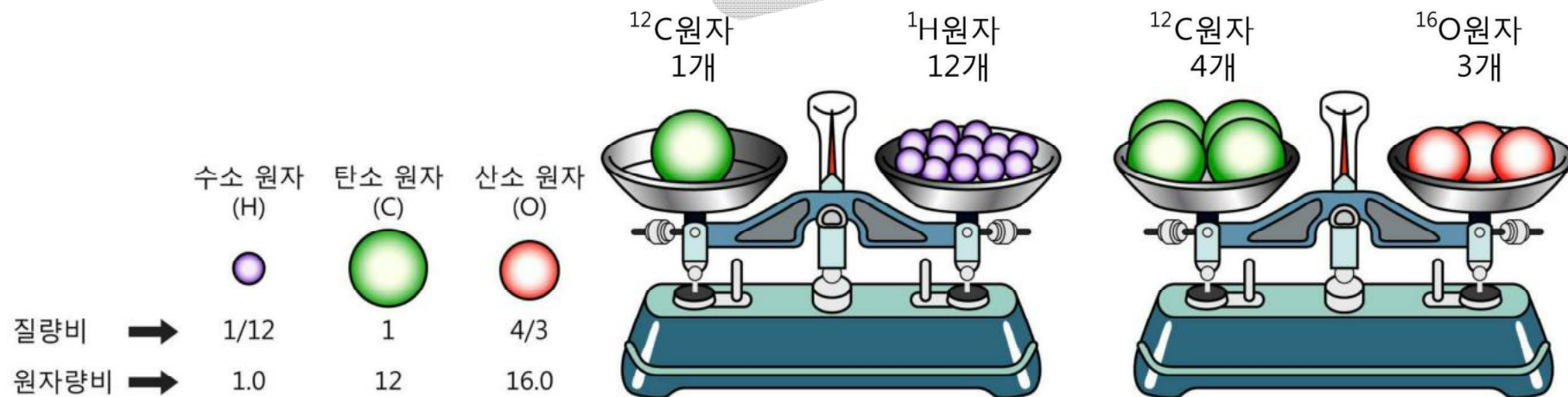
분자(분자식)	아르곤(Ar)	산소(O ₂)	물(H ₂ O)	암모니아(NH ₃)
분자 모형				
구성 원자				
원자량	40	16 16	16 1 1	14 1 1 1
분자량	$40 \times 1 = 40$	$16 \times 2 = 32$	$16 + 1 \times 2 = 18$	$14 + 1 \times 3 = 17$

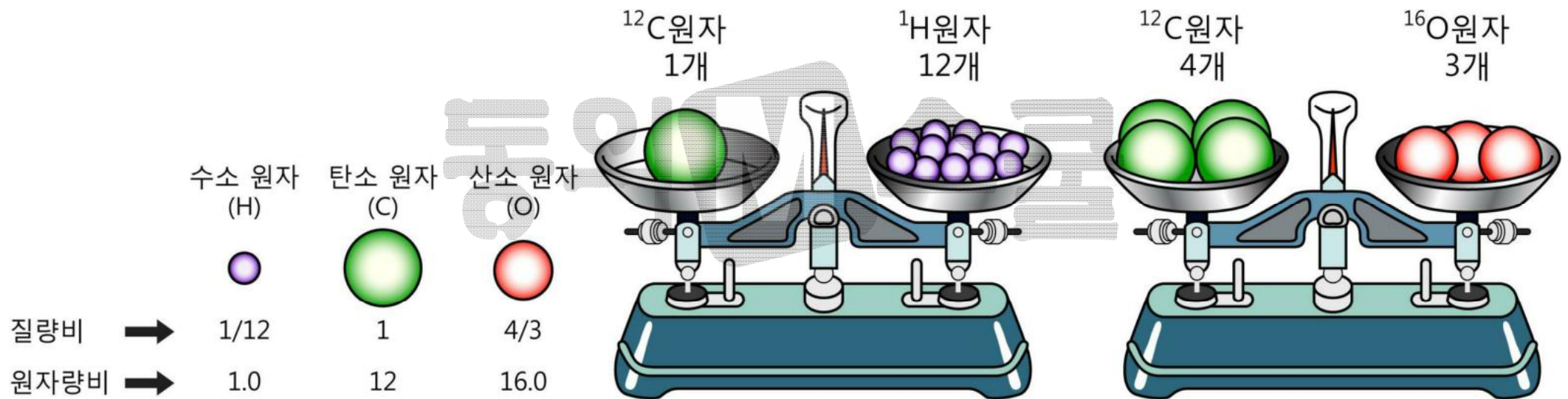
⑤ 화학식량 : 원자 결정, 이온 결정, 금속 결정 등의 화학식을 이루는 모든 원자의 평균 원자량의 합.

(2) 원자량과 분자량을 비교하는 방법

(p.24)

- ① 각 원자를 질량이 다른 구로 나타낸다.
- ② 원자량 12인 탄소 원자 1개의 질량은 수소 원자 12개의 질량과 같으므로 수소의 원자량은 1이다.
- ③ 탄소 원자 4개의 원자량은 산소 원자 3개의 원자량과 같으므로, $4 \times 12 = 3 \times$ 산소의 원자량, 산소의 원자량 = 16의 관계가 성립한다.
- ④ 분자는 원자 몇 개가 결합하여 생성되므로 분자의 상대적인 질량은 분자를 구성하는 원자의 원자량 합이다.





④ 분자는 원자 몇 개가 결합하여 생성되므로 분자의 상대적인 질량은 분자를 구성하는 원자의 원자량 합이다. (p.24 ~ 25)

물질	물	메탄	이산화탄소	산화소듐
화학식(종류)	H ₂ O (분자식)	CH ₄ (분자식)	CO ₂ (분자식)	Na ₂ O (실험식)
원자량의 합	$1 \times 2 + 16$	$12 + 1 \times 4$	$12 + 16 \times 2$	$23 \times 2 + 16$
화학식량	18(분자량)	16(분자량)	44(분자량)	62(실험식량)
실제 질량(g)	3.0×10^{-23}	2.7×10^{-23}	7.3×10^{-23}	1.0×10^{-22}

아보가드로수

=

6.02×10^{23}

로 나눔

정확한 실제 질량(g)	$2.9_9 \times 10^{-23}$	$2.6_6 \times 10^{-23}$	$7.3_1 \times 10^{-23}$	$1.0_3 \times 10^{-22}$
-----------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

(3) 실험식과 분자식 구하기

① 실험식 : 성분 원자의 질량 백분율(%)을 각 원자량으로 나눈 값의 정수비로 표시.

- 질량 백분율 : 여러 가지 원소가 결합되어 이루어지는 화합물에서 어떤 원소가 차지하는 질량 비율.

$$\text{원소 X의 질량 백분율(\%)} = \frac{\text{원소 X의 갯수} \times \text{원소 X의 원자량}}{\text{화합물의 화학식량}} \times 100$$

• 예 CaCO_3 (화학식량 100), Ca(원자량 40), C(원자량 12), O(원자량 16)

▶ 원소 Ca의 질량 백분율(%) = $\frac{1 \times 40}{100} \times 100 = 40\%$

▶ 원소 C의 질량 백분율(%) = $\frac{1 \times 12}{100} \times 100 = 12\%$

▶ 원소 O의 질량 백분율(%) = $\frac{3 \times 16}{100} \times 100 = 48\%$

② 분자식 : 실험식량의 정수배(n)로 구함. 실험식에 정수배(n)를 하여 분자식을 구함.



예 C와 H의 질량이 각각 4 g, 1 g인 화합물(분자량 30)

• 실험식 : C와 H의 몰수비 = $\frac{\text{C 질량}}{\text{C 원자량}} : \frac{\text{H 질량}}{\text{H 원자량}} = \frac{4}{12} : \frac{1}{1} = 1:3 \therefore \text{실험식} : \text{CH}_3$

• 분자식 : $n = \frac{\text{분자량}}{\text{실험식량}} = \frac{30}{15} = 2,$

$\therefore \text{분자식} = (\text{실험식}) \times n \rightarrow (\text{CH}_3) \times 2 \rightarrow \text{분자식} : \text{C}_2\text{H}_6$

(4) 원소 분석을 이용한 실험식의 결정

(p.25)

- ① 원소 분석 실험 장치 : 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 이루어진 탄소 화합물의 성분 조성을 알아내는 장치로, 시료를 완전 연소시켰을 때 생성되는 이산화탄소(CO_2)와 물(H_2O)의 질량을 측정하여 화합물을 이루는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)의 질량비를 알아낸다.



② 각 장치의 특성

(p.26)

구분	역할
가열관	시료를 가열하여 완전 연소시킨다.
H ₂ O 흡수 장치	① 물을 흡수하는 성질이 있는 염화칼슘(CaCl ₂) 등을 채워 시료가 완전 연소될 때 생성되는 물을 흡수한다. ② 생성된 물의 질량으로부터 시료 속 수소의 질량을 구한다.
CO ₂ 흡수 장치	① 이산화탄소를 흡수하는 성질이 있는 수산화소듐(NaOH) 등을 채워 시료가 완전 연소될 때 생성되는 이산화탄소를 흡수한다. ② 생성된 이산화탄소의 질량으로부터 시료 속 탄소의 질량을 구한다.

③ 성분 원소의 질량 구하기

(p.26)

원소	질량 구하기	계산식
수소 (H)	① 수소의 연소 생성물인 물(H_2O)은 염화칼슘($CaCl_2$)관에 흡수된다. ② 시료 속 수소의 질량은 생성된 물의 질량으로부터 구한다.	H의 질량 $= \text{물의 질량} \times \frac{2 \times \text{H의 원자량}}{H_2O \text{의 분자량}}$ $= \text{물의 질량} \times \frac{2 \times 1}{18} = \text{물의 질량} \times \frac{2}{18}$
탄소 (C)	① 탄소의 연소 생성물인 이산화탄소(CO_2)는 수산화소듐($NaOH$)관에 흡수된다. ② 시료 속 탄소의 질량은 생성된 이산화탄소의 질량으로부터 구한다.	C의 질량 $= \text{이산화탄소의 질량} \times \frac{C \text{의 원자량}}{CO_2 \text{의 분자량}}$ $= \text{이산화탄소의 질량} \times \frac{12}{44}$
산소 (O)	시료 속의 산소의 질량은 시료의 질량에서 수소(H)와 탄소(C)의 질량을 빼서 구한다.	O의 질량 $= \text{시료의 질량} - (\text{H의 질량} + \text{C의 질량})$



자료 분석

원소 분석을 이용한 실험식 구하기 ·

[실험 과정]

1. 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 이루어진 시료 90 mg을 원소 분석 장치의 가열관에 넣고 가열하여 완전 연소시킨다.
2. 반응이 끝난 후 염화칼슘(CaCl_2)을 채운 관과 수산화나트륨(NaOH)을 채운 관의 증가한 질량을 구한다.

[실험 결과]

구분	CaCl_2 을 채운 관	NaOH 을 채운 관
증가한 질량(mg)	54	132

[분석 Point]

1. CaCl_2 을 채운 관의 증가한 질량은 생성된 물(H_2O)의 질량이고, NaOH 을 채운 관의 증가한 질량은 분석된 이산화탄소(CO_2)의 질량이다.
2. 생성된 H_2O 과 CO_2 의 질량으로부터 시료 90 mg 속에 들어 있는 수소(H)와 탄소(C)의 질량은 다음과 같이 구한다.

- H의 질량 = 물의 질량 $\times \frac{2}{18} = 54 \times \frac{2}{18} = 6 \text{ mg}$

- C의 질량 = 이산화탄소의 질량 $\times \frac{12}{44} = 132 \times \frac{12}{44} = 36 \text{ mg}$

(p.26 ~ 27)

3. 시료 90 mg 속에 들어 있는 산소(O)의 질량은 시료의 질량에서 수소(H)와 탄소(C)의 질량의 합을 빼서 구한다.

• O의 질량 = 시료의 질량 - (H의 질량 + C의 질량) = $90 - (6 + 36) = 48 \text{ mg}$

4. 시료를 구성하는 성분 원소의 몰수비를 구한다(각 성분 원소의 질량을 원자량으로 나누어서 구한다.)

$$\Rightarrow \text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{36}{12} : \frac{6}{1} : \frac{48}{16} = 3 : 6 : 3 = 1 : 2 : 1$$

5. 성분 원소의 몰수비로부터 시료의 실험식을 구한다.

$\Rightarrow$ 성분 원소의 몰수비가 $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 1 : 2 : 1$ 이므로 실험식은 CH_2O 이다.



확인 문제

(p.27)

다음은 현재 사용하고 있는 원자량에 대한 설명이다.

원자의 질량은 매우 작아 실제 질량을 사용하는 것이 매우 불편하다. 따라서
㉠ 어떤 원자를 기준으로 한 다음, 그 ㉡ 기준 원자의 상대적 질량을 정하고,
이 값과 비교하여 구한 상대값을 원자량으로 사용한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 ^{12}C 이다.
- ㄴ. ㉡의 값은 1이다.
- ㄷ. 원자량의 단위는 g이다.

① ㄱ

④ ㄴ, ㄷ

② ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

[정답] ①

- ㄱ. 원자량은 원자들의 상대적 질량이며, 현재 사용하고 있는 기준은 질량수가 12인 탄소 원자 ^{12}C 이다.
- ㄴ. 질량수가 12인 탄소 원자 ^{12}C 의 질량을 12로 정하였다.
- ㄷ. 원자량은 원자들의 질량을 상대적으로 비교한 것이므로 단위가 없다.

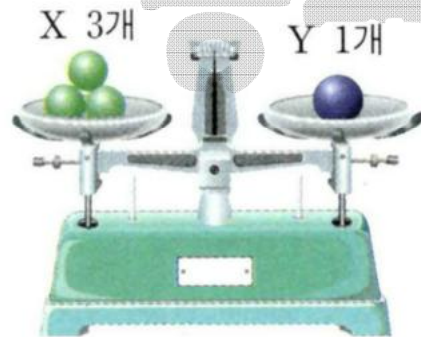


확인 문제

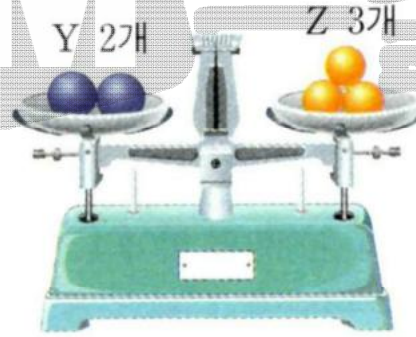
(p.27)

다음은 원자 X, Y, Z의 상대적 질량을 비교한 것이다.

- (1) 그림 (가)와 같이 X 원자 3개의 질량과 Y 원자 1개의 질량이 같다.
(2) 그림 (나)와 같이 Y 원자 2개의 질량과 Z 원자 3개의 질량이 같다.



(가)



(나)

원자 X의 원자량이 12일 때, 원자 Y와 Z의 원자량을 옳게 짝지은 것은? (단, X, Y, Z는 임의의 원소 기호이다.)

	Y	Z
①	16	12
②	16	24
③	24	36
④	36	16
⑤	36	24

[정답] ⑤

X, Y, Z의 원자량을 각각 x, y, z 라고 하면, 그림 (가)에서는 $3x = y$, 그림 (나)에서는 $2y = 3z$ 의 관계가 성립한다. X의 원자량이 $x = 12$ 일 때 $y = 3x = 3 \times 12 = 36$ 이다. 또한 $3z = 2y = 2 \times 36 \rightarrow z = 24$ 이다. 즉, 원자량은 Y가 36, Z가 24이다.

(p.28)



확인 문제

(p.29)

원소 A와 B로 이루어진 화합물에서 원소 A와 B의 질량비는 3:1이고, 원소 A의 화학식은 원소 B의 12배이다. 다음 중 이 화합물의 화학식으로 옳은 것은?

- ① AB ② A₂B ③ AB₂ ④ AB₃ ⑤ AB₄

[정답] ⑤ ; 화학식을 구하기 위해서는 먼저 원자 수의 비를 구해야 한다. 그런데 원자수의 비는 질량비를 원자량으로 나누면 되므로 B의 원자량을 W라고 하면 원자수의 비 $A : B =$

$\frac{3}{12W} : \frac{1}{W} = 1 : 4$ 이다. 따라서 화학식은 AB₄이다.



확인 문제

(p.29)

분자량에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 분자를 구성하는 모든 원자들의 실제 질량을 합한 값이다.
- ㄴ. 산소의 분자량은 산소 원자량의 2배이다.
- ㄷ. 단위가 없다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

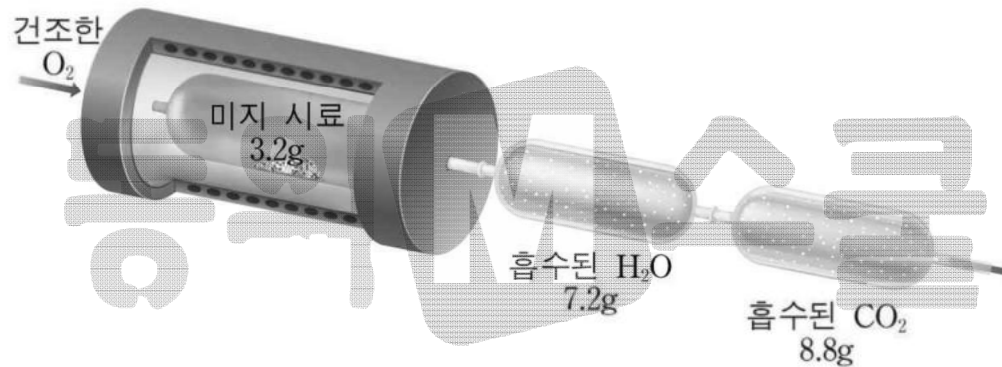
[정답] ④ ; 분자량은 분자를 구성하는 모든 원자들의 원자량을 합한 값이다. 따라서 분자량은 상대적인 값이며 단위가 없다. 산소 분자는 산소 원자 2개로 이루어져 있으므로 산소의 분자량은 산소의 원자량의 2배이다.



확인 문제

(p.30)

다음과 같은 연소 분석 장치에서 탄소와 수소로 이루어진 미지 시료 3.2 g을 태웠더니, 물 7.2 g, 이산화탄소 8.8 g이 생성되었다. 이에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보 기>

- ㄱ. 미지 시료와 반응한 산소의 질량은 12.8 g이다.
- ㄴ. 7.2 g의 H_2O 에 포함된 수소 원자의 질량은 1.6 g이다.
- ㄷ. 미지 시료의 실험식은 CH_2 이다.

① ㄱ

④ ㄴ, ㄷ

② ㄴ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

③ ㄱ, ㄷ

[정답] ① ; 7.2 g의 H_2O 에 포함된 수소 원자의 질량은 $7.2 \text{ g} \times \frac{2 \text{ g/mol}}{18 \text{ g/mol}} = 0.8 \text{ g}$ 이다. 8.8 g

의 CO_2 에 포함된 탄소 원자의 질량은 $8.8 \text{ g} \times \frac{12 \text{ g/mol}}{44 \text{ g/mol}} = 2.4 \text{ g}$ 이다. 수소와 탄소의 질량을 각각의 원자량으로 나누어 몰수 비를 구하면 $\text{C}:\text{H} = 1:4$ 이다. 따라서 미지 시료의 실험식은 CH_4 이다.

(p.30)

➡ 미지 시료와 반응한 산소(O_2)의 질량(g) = $(7.2 \text{ g} - 0.8 \text{ g}) + (8.8 \text{ g} - 2.4 \text{ g})$
= $6.4 \text{ g} + 6.4 \text{ g} = 12.8 \text{ g}$ 이다.



확인 문제

(p.31)

탄소, 수소, 산소로 이루어진 화합물을 연소시켰더니, 질량 백분율이 탄소 40.00 %, 수소 6.73 %, 산소 53.27 %였다. 이 화합물을 이루는 원자들의 구성비를 구하는 과정은 다음과 같다.

[풀이 과정]

(가) 이 화합물 100 g에는 탄소 40.00 g, 수소 6.73 g, 산소 53.27 g이 포함되어 있다.

(나) 각 원소의 질량을 각각의 (㉠)으로 나눈다.

- 탄소 : $(40.00 \text{ g}) \div (12.01 \text{ g/mol}) = 3.33 \text{ mol}$
- 수소 : $(6.73 \text{ g}) \div (1.01 \text{ g/mol}) = 6.66 \text{ mol}$
- 산소 : $(53.27 \text{ g}) \div (16.00 \text{ g/mol}) = (\text{㉡}) \text{ mol}$

(다) (나)로부터 성분 원소의 가장 간단한 조성비를 구하면, $\text{C}:\text{H}:\text{O} = (\text{㉢})$ 이다.

괄호 안에 들어갈 내용을 바르게 나열한 것은?

	㉠	㉡	㉢
①	몰수	3.33	1 : 2 : 1
②	몰수	6.66	1 : 2 : 2
③	몰 질량	3.33	1 : 2 : 1
④	몰 질량	6.66	1 : 2 : 2
⑤	분자량	3.33	1 : 2 : 1

[정답] ③ ; 화합물을 구성하는 원소들의 질량비를 각 원소의 몰 질량으로 나누면 각 원소의 몰수비를 얻을 수 있다. 산소의 질량 53.27 g을 산소의 몰 질량인 16.00 g/mol으로 나누면 3.33 mol이 된다. 따라서 $C : H : O = 3.33 : 6.66 : 3.33$ 이며, 이를 간단한 정수비로 나타내면 $C : H : O = 1 : 2 : 1$ 이다.

09. 몰 (mole)

(1) 몰 개념 이해하기

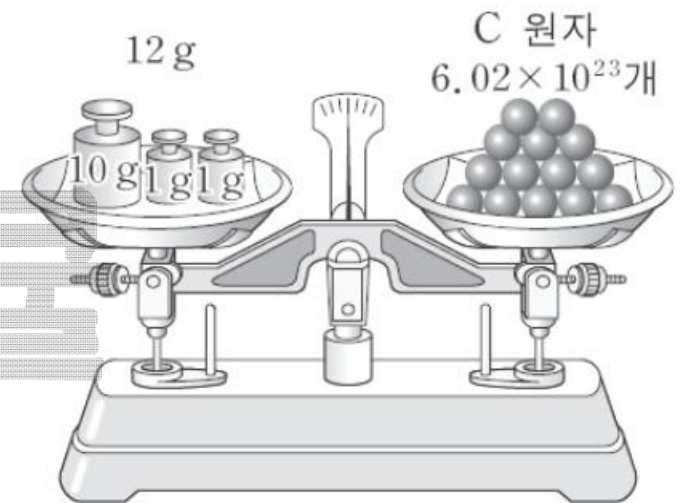
- ① 몰은 아주 작은 입자인 원자, 분자 등의 입자 수 묶음 단위이며, 1몰은 입자 수 6.02×10^{23} 개이다.
- ② 1몰의 입자수를 아보가드로수라고 하며, N_A 으로 나타낸다.

$$\text{원자의 몰수} = \frac{\text{원자의 총수}}{\text{아보가드로수}}, \quad \text{분자의 몰수} = \frac{\text{분자의 총수}}{\text{아보가드로수}}$$

입자	1몰의 의미	몰수와 입자 수 관계
원자	6.02×10^{23} 개의 원자	- 탄소(C) 원자 1몰 = 탄소 원자 6.02×10^{23}개 - 탄소(C) 원자 0.5몰 = 탄소 원자 3.01×10^{23}개
분자	6.02×10^{23} 개의 분자	- 물(H_2O) 분자 1몰 = 물 분자 6.02×10^{23}개 - 물(H_2O) 분자 2몰 = 물 분자 12.04×10^{23}개
이온	6.02×10^{23} 개의 이온	- 나트륨 이온(Na^+) 1몰 = 나트륨 이온 6.02×10^{23}개 - 염화 이온(Cl^-) 2몰 = 염화 이온 12.04×10^{23}개

원자나 분자, 이온과 같이 작은 입자들을 다룰 때는 몰이라는 단위를 사용한다. 1몰은 6.02×10^{23} 개이다. 그렇다면 과학자들은 왜 1억이나 1조 등의 간단한 수를 단위로 사용하지 않고 6.02×10^{23} 이라는 수를 1몰로 정했을까?

입자의 수가 많을 때는 개수를 세는 것보다 질량을 재는 것이 편리하다. 과학자들은 질량수가 12인 탄소 원자(^{12}C) 12 g 속에 들어 있는 입자 수를 1몰로 정했으며, 그 값이 6.02×10^{23} 이다. 즉, ^{12}C 12 g 속에는 탄소 원자가 6.02×10^{23} 개 들어 있다. 마찬가지로 원자량이 16.0인 산소 원자 16 g을 측정하면 그 안에는 산소 원자가 6.02×10^{23} 개 들어 있으므로 물질의 질량을 측정하면 원자의 개수를 알 수 있게 된다.



- ① 물질량의 SI 단위인 몰(mole, 기호: mol)은 그 동안 “ 탄소-12 12 g 속에 들어있는 원자의 물질량 ”으로 정의됐다.
- ② 하지만 2019년 몰의 기준도 탄소-12가 아니라 정확하게 정의된 아보가드로 상수 $N_A = 6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 로 재정의되었다.
- ③ 이 물리 상수의 이름은 19세기 이탈리아의 과학자 아메데오 아보가드로를 딴 것이다. 장 바티스트 페랭이 이 이름을 처음 사용했다. 페랭은 이 수를 “아보가드로 상수”로 불렀다.
- ④ 이 상수의 값은 1865년 요한 요제프 로슈미트가 이상 기체 법칙을 이용해 계산해 냈으며, 그래서 독일어권에서는 이 값을 "로슈미트 수"라고 부르기도 한다.

(2) 화학식량과 몰

- ① 원자량과 몰 : 원자량에 g을 붙인 값이 원자 1몰의 질량이다. 따라서 원자의 몰수는 원자의 총 질량을 원자량을 나눈 값과 같다.
- ② 분자량과 몰 : 분자량에 g을 붙인 값이 분자 1몰의 질량이다. 따라서 분자의 몰수는 원자의 총 질량을 분자량을 나눈 값과 같다. 예를 들면 이산화탄소(분자량

44) 11 g의 몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = \frac{11}{44} = 0.25 \text{ 몰이다.}$

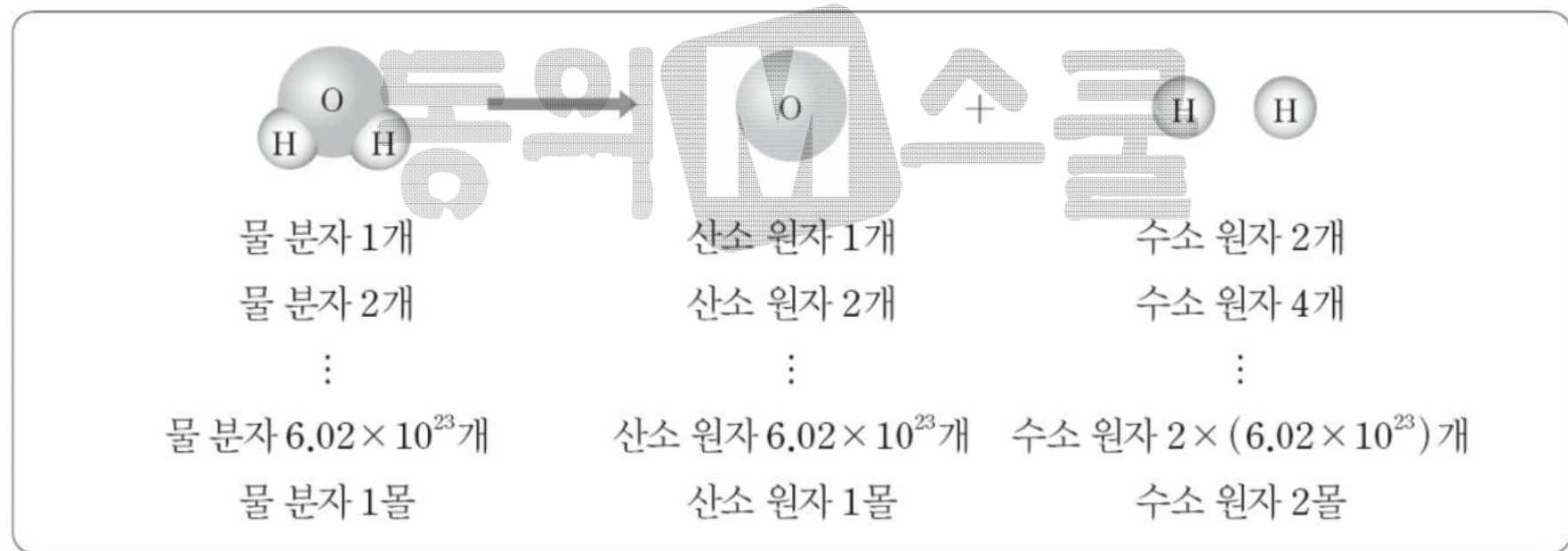
$$\text{원자의 몰수} = \frac{\text{원자의 총 질량}}{\text{원자량}}, \quad \text{분자의 몰수} = \frac{\text{분자의 총 질량}}{\text{분자량}}$$

원자 1몰의 질량 $\longleftrightarrow$ 원자량에 g을 붙인 값

분자 1몰의 질량 $\longleftrightarrow$ 분자량에 g을 붙인 값

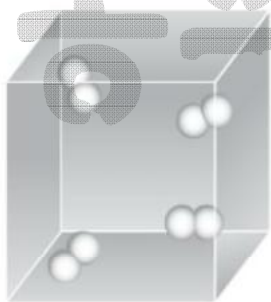
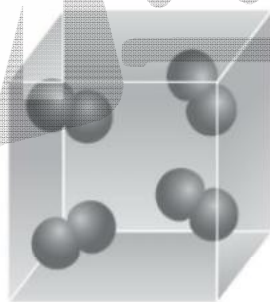
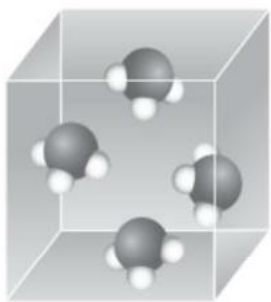
(3) 화합물 중 원자의 몰수

: 분자의 몰수로부터 분자를 구성하는 원자의 몰수를 알 수 있음. 예를 들면, 물 분자 1몰에는 산소 원자 1몰, 수소 원자 2몰이 들어 있음.



(4) 기체의 부피와 몰

- ① 기체 1몰의 부피 : 기체 1몰은 기체의 종류에 관계없이 표준 상태(0°C , 1기압)에서 22.4 L의 부피(표준 몰 부피)를 차지한다. 따라서 기체의 몰수는 0°C , 1기압에서 기체의 부피를 22.4 L로 나눈 값과 같다.

분자	수소(H_2)	질소(N_2)	암모니아(NH_3)
모형 (0°C , 1기압)			
몰수(몰)	1	1	1
분자 수(개)	6.02×10^{23}	6.02×10^{23}	6.02×10^{23}
질량(g)	2.0	28.0	17.0
기체의 부피(L)	22.4	22.4	22.4

② 기체의 분자량 측정

- 몰 부피의 이용 : 표준 상태에서 기체의 부피(V)를 측정하여 1몰의 부피(22.4 L)로 나누면 기체의 몰수(n)를 알 수 있고, 기체의 질량(w)을 측정하여 몰수로 나누면 분자량이 된다.

$$\text{기체의 몰수}(n) = \frac{\text{표준 상태 기체의 부피}(V)}{22.4 \text{ L/몰}}, \quad \text{기체의 분자량} = \frac{\text{기체의 질량}(w)}{\text{몰수}(n)}$$

- 기체의 밀도 이용 : 표준 상태에서 기체의 밀도는 1 L의 질량이며, 22.4 L의 질량이 기체의 분자량임을 이용한다. 즉, 기체의 밀도에 22.4를 곱하면 분자량이 된다.

$$\text{기체의 분자량}(M) = \text{표준 상태의 기체의 밀도}(g/L) \times 22.4(L/\text{몰})$$

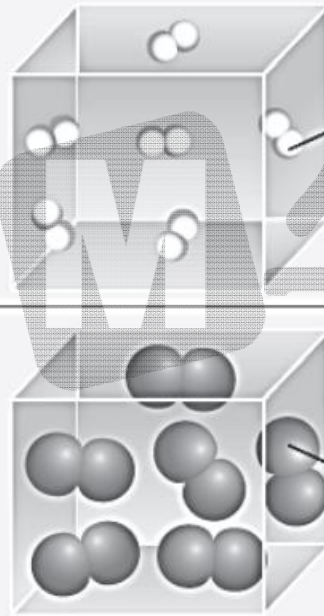
- 아보가드로의 법칙 : 동일한 온도와 압력조건에서 동일한 부피 속에 존재하는 기체 입자의 수는 기체의 종류에 상관없이 일정하다는 법칙이다. 물질은 원자의 집합체인 분자로 이루어져 있으며 분자상태로 그 물질의 특성을 나타낸다. 분자가 반응하여 원자상태로 되면 그 물질의 특성을 잃어버린다.
- 아보가드로의 법칙 이용 : 같은 온도, 같은 압력에서 부피가 같은 두 기체는 분자 수가 같고, 기체 분자 1개의 질량비는 분자량의 비와 같다.

$$\frac{\text{일정 부피 기체 A의 질량}}{\text{일정 부피 기체 B의 질량}} = \frac{\text{기체 A 분자 1개의 질량}}{\text{기체 B 분자 1개의 질량}} = \frac{\text{A의 분자량}}{\text{B의 분자량}} \quad (\text{p.34})$$

$$\frac{\text{B 기체의 질량(g)}}{\text{A 기체의 질량(g)}} = \frac{\text{B 기체의 분자량}}{\text{A 기체의 분자량}} = \frac{\text{B 기체의 밀도(g/L)}}{\text{A 기체의 밀도(g/L)}}$$

같은 부피의 A 기체의 질량
 같은 부피의 B 기체의 질량

=



A 기체

B 기체

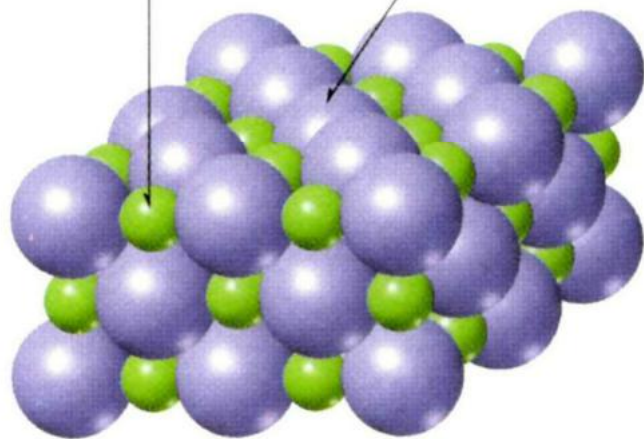


= $\frac{A \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}}$

염화나트륨의 화학식량

염화나트륨(NaCl)은 원자가 아닌 Na^+ 과 Cl^- 으로 구성되어 있다. 따라서 염화나트륨 1몰의 질량은 Na^+ 1몰의 질량과 Cl^- 1몰의 질량을 더한 값과 같다. Na^+ 1몰은 Na 원자 1몰이 전자 1몰을 잃은 것이며, Cl^- 1몰은 Cl 원자 1몰이 전자 1몰을 얻은 것이므로 NaCl의 화학식량은 Na의 원자량과 Cl의 원자량을 더한 값과 같다.

NaCl의 화학식량 = Na의 원자량(23.0) + Cl의 원자량(35.5) = 58.5





확인 문제

물(H_2O) 0.5몰은 몇 g인가?

[정답] 물(H_2O)의 분자량이 $1 \times 2 + 16 = 18$ 이므로, 물 1몰의 질량은 18 g이다. 따라서 물

0.5몰의 질량 = $0.5\text{몰} \times \frac{18\text{ g}}{1\text{몰}} = 9\text{ g}$ 이다.



확인 문제

(p.35)

구리(Cu)에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? (단, Cu의 원자량은 64로 한다.)

<보 기>

- ㄱ. 구리 원자 1개의 질량은 $\frac{64}{6.02 \times 10^{23}}$ g이다.
- ㄴ. 구리 2.0몰의 질량은 64 g이다.
- ㄷ. 구리 32 g에 포함된 원자 수는 0.5몰의 산소(O_2)에 포함된 원자 수와 같다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ① ; 구리 2.0몰의 질량은 128 g이고, 구리 32 g에 포함된 원자 수는 0.5몰이다. 산소 분자는 2개의 산소 원자로 이루어져 있으므로 0.5몰의 산소(O_2)에 포함된 원자 수는 1.0몰이다.



확인 문제

(p.35)

다음 중 입자수가 가장 많은 것은? (단, Fe의 원자량은 56으로 한다.)

- ① 철(Fe) 56 g에 들어 있는 원자 수
- ② 수소(H_2) 8 g에 들어 있는 원자 수
- ③ 물(H_2O) 36 g에 들어 있는 분자 수
- ④ 표준 상태의 암모니아(NH_3) 22.4 L에 들어 있는 원자 수

[정답] ② ; 철 56 g에 들어 있는 원자 수는 1몰, 수소 8 g에 들어 있는 원자 수는 8몰, 물 36 g에 들어 있는 분자 수는 2몰, 표준 상태의 암모니아 22.4 L에 들어 있는 원자 수는 4몰이다. 따라서 수소 8 g에 들어 있는 원자 수가 가장 많다.



확인 문제

(p.36)

다음은 이산화탄소의 양적 관계를 나타낸 것이다. ()안에 알맞은 수를 써라.



[정답] 분자 1몰 $\Rightarrow 6.02 \times 10^{23}$ 개 $\Rightarrow$ (분자량) g $\Rightarrow 22.4 \text{ L} (0^\circ\text{C}, 1 \text{기압})$ 이다. CO_2 의 분자량이 44이므로 $\text{CO}_2 \ 22 \text{ g} \Rightarrow 0.5 \text{몰} \Rightarrow 3.01 \times 10^{23}$ 개 $\Rightarrow 11.2 \text{L} (0^\circ\text{C}, 1 \text{기압})$ 이다.



확인 문제

0°C, 1기압에서 44.8 L의 질량이 32 g인 기체의 분자량(M)을 구하라.

[정답] 0°C, 1기압 상태에서 기체 w g의 부피가 V L인 기체의 분자량(M)은 다음과 같다.

$$M = \frac{22.4}{V} \times w = \frac{22.4}{44.8} \times 32 = 16$$



확인 문제

같은 온도와 압력에서 기체 X의 밀도는 산소의 2배이다. 기체 X의 분자량을 구하라. (단, 산소의 분자량은 32이다.)

[정답] 같은 조건에서 기체의 분자량은 기체의 밀도에 비례하므로 기체 X의 분자량은 $2 \times 32 = 64$ 이다.



확인 문제

25 °C, 1기압에서 기체 X 6 L와 산소(O₂) 기체 6 L의 질량이 각각 4 g과 8 g이었다. 기체 X의 분자량은?

[정답] $\frac{4 \text{ g}}{8 \text{ g}} = \frac{\text{X의 분자량}}{\text{O}_2\text{의 분자량}} = \frac{\text{X의 분자량}}{32}$ 이므로 X의 분자량은 16이다.



확인 문제

어떤 일정 부피 용기에 질소 1.4 g(분자량=28)을 넣었더니 1기압이 되었다. 질소 기체와 같은 온도로 이 용기에 기체 X 2.2 g을 넣었더니 1기압이 되었다. 기체 X의 분자량은?

[정답] $M_X = \frac{w_X}{w_{N_2}} \times M_{N_2} = \frac{2.2 \text{ g}}{1.4 \text{ g}} \times 28 = 44$ 이다.