

02. 원자, 분자, 물

- 원자번호, 질량

원자번호(Z) = 원자핵의 양성자수

원자의 질량수 = 양성자수 + 중성자수

양성자의 질량 \approx 중성자의 질량

양성자 1개의 질량은 1이다.



〈예〉 He의 질량수 = 2(양성자수) + 2(중성자수) = 4

동위원소 = 같은 원자번호를 갖지만 질량수가 다른 원소

(즉, 같은 양성자수를 갖고, 중성자수가 다른 원소)

〈예〉 수소 : 질량수가 1이다.

중수소 : 1개의 중성자를 갖고 있으며, 질량수가 2이다.

삼중수소 : 2개의 중성자를 갖고 있으며, 질량수가 3이다.

- 원자량, 분자량

원자량

원자량 – 산술적으로 표시한 원자의 질량

원자질량 단위 (amu, atomic mass unit)

1amu는 정확히 $^{12}_6\text{C}$ 원자 질량의 12분의 1로 정의되며 $1.6605 \times 10^{-24}\text{g}$ 에 해당한다.

$$^{12}_6\text{C 원자의 질량} = 12\text{amu}$$

$$1\text{amu} = \frac{^{12}_6\text{C 원자의 질량}}{12} = 1.6605 \times 10^{-24}\text{g}$$

○ 실제 원자량은 자연계에 존재하는 모든 동위원소들의 비율에 따른 평균값이다.

〈예〉 탄소의 평균 원자량

$$\begin{aligned} \text{평균 원자량} &= (^{12}_6\text{C의 존재 비율})(^{12}_6\text{C의 질량}) + (^{13}_6\text{C의 존재 비율})(^{13}_6\text{C의 질량}) \\ &= (0.9889 \times 12\text{amu}) + (0.0111 \times 13.0034\text{amu}) \\ &= 12.011\text{amu} \end{aligned}$$

분자량

○ 분자량 = 분자 내 원자들의 원자량 합

$$\begin{aligned}\langle \text{예} \rangle \text{C}_2\text{H}_4 \text{의 분자량} &= 2\text{C의 분자량}(2 \times 12 = 24\text{amu}) + 4\text{H의 분자량}(4 \times 1 = 4\text{amu}) \\ &= 28\text{amu}\end{aligned}$$

○ 물질량 = 물질 1mol의 질량

$$\begin{aligned}&= \text{물질 } 6.02 \times 10^{23} \text{개의 분자 (혹은 원자, 이온 등등)의 질량} \\ &= \text{'g' 단위로 표시된 물질의 분자량}\end{aligned}$$

● 원자에 관한 법칙

① **질량 보존의 법칙** : 화학반응에서 생성된 물질의 총 질량은 반응한 물질의 총질량과 같다.



반응물의 질량 = 생성물의 질량 \rightarrow 질량은 변하지 않음

② **일정 성분비의 법칙** : 어느 한 화합물을 구성하고 있는 성분원소의 질량비는 항상 일정하다.

$$\langle \text{ex} \rangle \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{수소와 산소의 질량비} = 2\text{g} : 16\text{g} = 1 : 8$$

③ **배수비례의 법칙** : 화합물이 2종류 이상일 때 한 원소에 결합하는 다른 원소의 질량 비 사이에는 간단한 정수비가 성립한다.

$$\langle \text{ex} \rangle \text{CO} : \text{CO}_2 \rightarrow \text{C 일정량에 결합하는 O의 질량 비} = 1 : 2$$

$$\text{FeCl}_2 : \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe 일정량에 결합하는 Cl의 질량 비} = 2 : 3$$



주의! 몰비가 아닌 질량비이다

2* 돌턴의 원자설

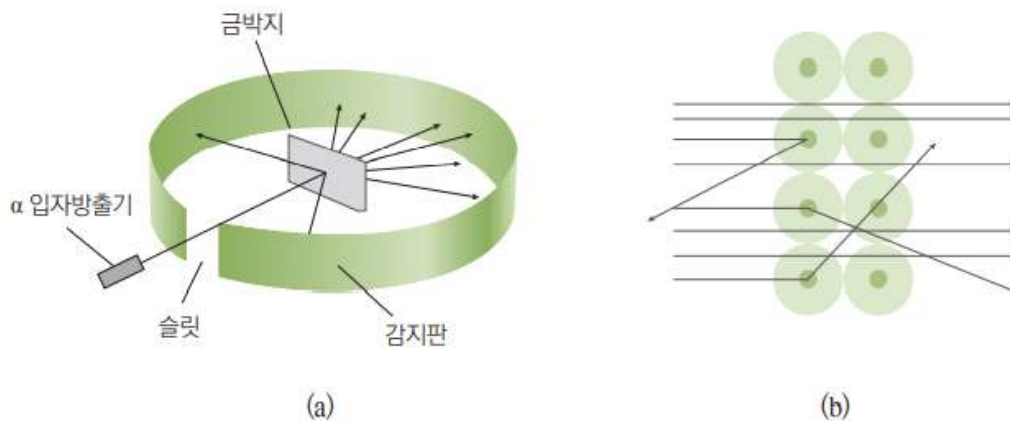
돌턴은 화학반응이 일어나면 질량보존의 법칙과 일정성분비의 법칙이 성립됨을 원자설을 제안하여 설명하였고, 자신의 원자설을 바탕으로 배수비례의 법칙을 발표하였다.

- 모든 물질은 더 이상 쪼갤 수 없는 원자로 구성된다.
- 같은 원소의 원자들은 크기, 모양, 질량 등이 같다.
- 화학 변화 시에 원자들은 새로 생기거나 소멸되지 않는다.
- 화합물은 서로 다른 원자가 정수비로 결합하여 만들어진다.

- 원자구조 : 러더포드의 핵모형

얇은 박막에 α 선을 쬔었는데, 대부분이 그대로 통과했지만, 극히 일부만 아주 큰 각도로 휘어졌다.

러더포드는 이 결과에 근거해 금속박의 대부분은 빈 공간이고 핵이라 부르는 작은 중심에 질량이 집중되어 있다고 제안하였다. 즉, 핵이 원자의 양전하를 포함하고 전자가 상대적으로 먼 거리에서 공간을 움직인다면 왜 그렇게 산란이 관찰되는지 설명할 수 있다(핵모형).

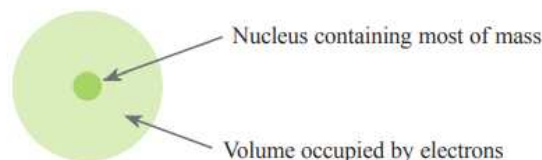


(a) Rutherford의 금박지에 의해 α 입자들의 산란을 측정한 실험모형.

대부분의 α 입자들은 약간 휘거나 전혀 휘지 않고 금박지를 통과하였다. 약간의 α 입자들은 휘어서 되돌아왔다.

(b) 거시적인 관점에서 α 입자들은 그대로 통과하고 핵에 의해 휘어진다.

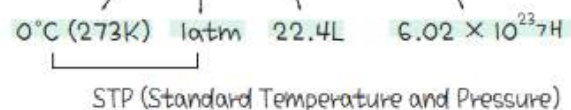
- 러더포드의 핵모형



핵이라고 부르는 작고 밀도가 높은 중심에 양전하가 집중되어 있고 그 주위에 비교적 먼 거리에서 전자가 움직이고 있다.

- 분자에 관한 법칙

- 아보가드로의 법칙 : 모든 기체는 등온, 등압, 등부피 안에 같은 개수의 분자를 포함한다.



cf) 아보가드로의 법칙은 기체의 종류는 구분하지 않는다. 즉 모든 기체에 적용되는 법칙이다.

● 몰(mole)

① 정의

담배 1갑 = 20개 / 면피 1다스 = 12개

1mol = 6.02×10^{23} 개 (N_A :아보가드로 수)(s, l, g 붙문)

② 몰질량, 분자량, 원자량 : 1mol의 질량 = 분자량 = 원자량 = 화학식량

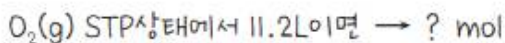


③ 현재 질량을 분자량으로 나누어 주면 몰수가 된다!

$$\frac{w(\text{현재질량})}{M(\text{분자량})} = n(\text{몰})$$



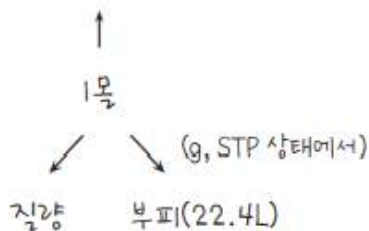
④ 현재부피를 22.4L로 나누면 몰수가 된다!



$$1\text{mol} : 22.4\text{L} = x \text{ mol} : 11.2\text{L}$$

$$\therefore 0.5\text{mol}$$

⑤ 개수 (6.02×10^{23} 개)



⑥ STP, (g) 상태일 때

$$\text{부피} : \text{질량} = 22.4\text{L} : \text{분자량}$$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} = \frac{\text{분자량}}{22.4\text{L}} \rightarrow \text{분자량} = d \times 22.4\text{L}$$

$$1 \text{ 몰} = (\text{분자량})g = 6.02 \times 10^{23} = 22.4L(0^\circ C, 1\text{기압})$$

$$\text{몰수} = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = \frac{\text{개수}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{부피(L)}}{22.4}$$

[문제 1] $H_2(g)$ 1개의 질량은?

해설) $H_2(g)$ 의 분자량이 $2g/mol$ 이므로 6.02×10^{23} 개 : $2g = 1\text{개} : xg$ 으로 $x = \frac{2}{6.02 \times 10^{23}} g$ 이다.

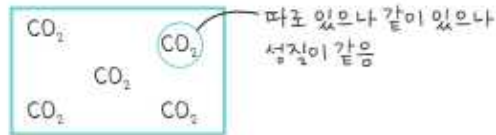
[문제 2] $H_2O(l)$ 1.8L는 몇 몰인가? (단, 물의 밀도는 $1g/mL$ 이다.)

해설) $H_2O(l)$ $1.8L = 1800mL = 1800g$ (밀도가 $1g/mL$ 이므로) $= 100mol$ 이다. 이 문제를 해결하기 위해 $1.8L$ 를 1몰의 부피인 $22.4L$ 로 나누어 주어서는 안된다. $22.4L$ 는 STP에서 기체 1몰의 부피이기 때문이다.

● 분자

: 물질의 성질을 나타내는 최소한의 단위

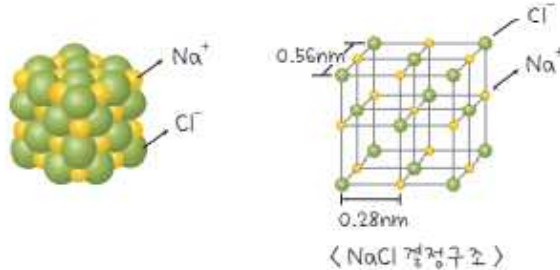
H : 원자 H_2 : 분자
O : 원자 O_2 : 분자
 CO_2 : 분자 $O = \overset{\text{sp}}{C} = O$



✂ 분자라 복수 없는 것들

① 이온결합성 물질

<ex> $NaCl$ (m.p : $800^\circ C$) ; $58.5g/mol$ (화합식량)



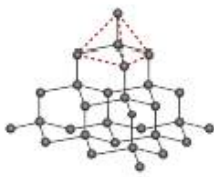
② 금속



- 자유전자의 이동 : 전기 통한다.
 핵은 제자리에서 진동만
 온도 ↑ ⇒ 저항 ↑

③ 원자 결합

〈ex〉 다이아몬드



〈다이아몬드 결정구조〉

• 동소체

(1) 정의

한 가지 원소로 되어 있으나 구조와 성질이 다른 홑원소 물질을 말한다.

종류로는 ³C의 동소체인 흑연, 다이아몬드, 플러렌과 O의 동소체인 산소와, 오존 그리고 P의 동소체인 흰인과 붉은인, S의 동소체인 사방황, 단사황, 고무상황이 있다.

(2) 동소체의 생성 원인

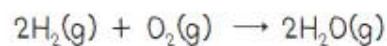
구성 입자의 조성이나 배열의 차이가 있기 때문이다.

(3) 동소체의 연소 생성물

한 가지의 같은 원소로 되어 있으므로 연소생성물은 같다.

(단, 산소의 동소체 제외)

● 기체 반응의 법칙



계수비 = 2 : 1 : 2 = 몰수의 비 = 분자수의 비 (s, l, g)
 = 부피의 비 (g 상태일때만)

[변리사 화학 기출문제]

1L P₄와 6L H₂가 반응하여 4L의 포스핀 기체가 생성된다면 포스핀 기체의 분자식은?

해설) P₄(g) + 6H₂(g) → 4PH₃(g)의 화학반응식이 완결되므로 포스핀은 PH₃이다.