

## < Topic 1 - 원자량의 변화와 아보가드로 법칙 >

### 「 1. 원자량의 의미 」

원자량 : 한 원자의 질량을 기준으로 정하고, 그 기준을 통해 비교한 다른 원자의 상대적인 질량을 의미한다. 따라서 단위가 존재하지 않는다.

※ 일정한 질량의 물질에 들어 있는 특정한 원소의 양을 계산할 때 원자량을 사용하지 않고서는 절대 답을 추론해 낼 수가 없다. 이에 특정한 원소의 원자량을 안다는 것은 매우 중요하다.

그렇다면 원자량의 역사와 현재 원자량에 대한 인식은 어떠할까?

현재 사용하는 국제원자량은 탄소의 동위원소 중  $^{12}\text{C}$ 를 기준으로 한 것이다. 이것을 원자량 12.00000으로 정한다.

탄소 원자가 1몰, 즉  $6.02 \times 10^{23}$ 개가 모이면 그 질량은 12.0115g이다. 이는 탄소의 원자량에 근접하고, 이때의  $6.02 \times 10^{23}$ 개를 아보가드로수( $N_A$ )라 정의하기도 한다.

1961년 국제순수 및 응용물리화학연합(IUPAP)과 국제순수 및 응용화학연합(IUPAC)이 통일원자량을 발표하고 국제원자량위원회가 채택하여, 국제원자량이 탄생했고, 원자량은 국제원자량위원회에서 해마다 검토하여 결정한다.

그러나 몇 년 전, 10가지 원소에 대한 원자량이 단일한 수치보다는 범위의 형태로 표현되어야 한다고 국제 순수 및 응용화학연맹(IUPAC)이 발표했다. 이와 같은 결정은 원자의 무게에 있어서 변화가 자연적으로 발생한다는 것에 기반을 둔 것으로 보인다. 보다 정확한 해석을 위한 '자연 상수'로서 원자의 무게를 바라보는 일반적인 견해와는 동떨어진 것이다.

화학 I 이라는 과목에서는 모두 원자량을 상수로 제공한다. 이는 계산의 편리성을 위해서다.

19. 그림은 탄화수소  $\text{C}_m\text{H}_n$ 을 강철 용기에서 연소시키기 전과 후에 용기에 존재하는 물질에 대한 자료를 나타낸 것이다. 연소 후 용기 내  $\text{H}_2\text{O}$ 과  $\text{O}_2$ 의 질량은 표시하지 않았다.

$\text{C}_m\text{H}_n$ : $x\text{g}$ $\text{O}_2$ : $4x\text{g}$ 전체 몰수: $y$ 몰 연소 전	$\text{CO}_2$ : $3.3x\text{g}$ $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{O}_2$ 전체 몰수: $y$ 몰 연소 후
---	---

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) [3점]

(보기)

ㄱ.  $\text{C}_m\text{H}_n$  1몰이 연소되면  $\text{H}_2\text{O}$  3몰이 생성된다.  
 ㄴ. 연소 후  $\text{H}_2\text{O}$ 의 몰수는  $0.4y$ 몰보다 작다.  
 ㄷ. 연소 후  $\text{O}_2$ 의 질량은  $0.8x\text{g}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

15. 표는 탄화수소  $\text{C}_x\text{H}_y$ 의 질량을 달리하여 완전 연소시켰을 때 생성되는  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 의 질량에 대한 자료이다.

$\text{C}_x\text{H}_y$ 의 질량(g)	생성물의 질량(g)	
	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
$2a$	4.4	$w_1$
$3a$	$w_2$	5.4

$x + y$ 는? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

- ① 4    ② 5    ③ 6    ④ 7    ⑤ 8

평균 원자량 : 자연계에는 같은 원소의 원자이나, 질량수가 다른 동위 원소가 존재한다. 평균 원자량은 이러한 동위 원소의 존재 비율을 고려하여 구한 원자량이다.

## 「 2. 원자량의 변화 」

원자량의 변화는 낫선 일이 아니다. 위에서 원자량이 해마다 검토되고 발표된다고 말했다시피, 이는 항상 변화할 수 있는 가능성을 갖추고 있는 변수이다.

2015학년도 9월 모의평가에서 원자량의 변화에 대한 문제가 출제된 바가 있다. 그때는 나름 신유형이었기에 오답률이 매우 높았다. 그렇다면 이와 같은 유형은 어떻게 대비해야 할까? 다음을 하나 기억하도록 하자. 예시로 원자 A를 들겠다. 원자 A의 원자량은  $x$ 이다.

$$\underline{\text{원자 A의 실제 질량}(w) \times \text{아보가드로수}(N_A) = \text{원자량에 그램단위를 붙인 값}(xg)}$$

익숙할 것이다. 실제로  $xg$ 을 원자 A의 1몰의 질량이라고 정의한다. 일반화하기 위해  $xg$ 을 '그램화학식량'이라고 정의하겠다. 여기서 더욱 심도 있게 들어가 보도록 하자. 원자의 실제 질량은 변수가 아니다. 이는 항상 일정한 상수이다. 원자량은 항상 변할 수 있는 변수라고 위에서 설명했다. 다시 식을 정리해보도록 하자.

$$\underline{\text{원자 A의 실제 질량}(w - \text{상수}) \times \text{아보가드로수}(N_A) = \text{원자량에 단위를 붙인 값}(xg - \text{변수})}$$

여기서 한 가지를 알아낼 수 있다. 바로 아보가드로수( $N_A$ )가 변수라는 것이다.

아보가드로수( $N_A$ )가 변수라는 것은 크나큰 의미를 내포한다.

아보가드로수( $N_A$ )는 1몰이라는 단위와 같음을 위에서 설명했다. 따라서 원자 A의 원자량이 변경되었을 때, 원자 A의 1몰의 부피, 질량 등은 항상 변경된다.

### 또한 아보가드로수와 원자량이 비례함을 알 수 있다.

아보가드로수  $\propto$  원자량, 즉 둘 중 어떠한 값의 변화를 제시하여 문항을 출제할 수 있으니 이를 잘 숙지하도록 하자.

그렇다면 원자량이 변화해도 변하지 않는 것은 무엇이 있을까?

**밀도와 원자 A의 실제 질량이다.** 특히 밀도가 왜 변하지 않는지 궁금한 사람들이 많을 것이라 생각한다. 밀도는  $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 로 해석된다. 1몰의 밀도를 고려할 때, 원자량의 변화로 인한 부피의 변화 정도와 질량의 변화 정도가 같기 때문에 밀도는 항상 일정하다(...)라고 이해하면 편할 것이다.

$$\underline{\text{원자 A의 실제 질량}(w - \text{상수}) \times \text{아보가드로수}(N_A) = \text{원자량에 단위를 붙인 값}(xg - \text{변수})}$$

- ① 원자량이 변할 때의 변수 - 아보가드로수( $N_A$ ), 원자량에 단위를 붙인 값  
※ 아보가드로수( $N_A$ )의 변화로 인한 여러 가지 파생적인 변화도 고려한다.
- ② 원자량이 변할 때의 상수 - 밀도, 원자 A의 실제 질량

### 「 3. 물의 의미와 아보가드로수 」

몰 : 어떠한 원자량의 기준에서 그램화학식량에 들어있는 원자의 묶음

아보가드로 수 : 몰 단위를 구성하는 원자의 개수

1번에서 설명한 바와 같이, 현재의 기준으로 질량수가 12인 탄소( $^{12}\text{C}$ ) 12g에 들어 있는 탄소 원자 수를 '1몰'로 정하였으며, 12g의 탄소에  $6.02 \times 10^{23}$  개의 탄소 원자가 들어있으므로,  $6.02 \times 10^{23}$  을 아보가드로수라고 정의한다.

→ 따라서 원자량의 기준이 바뀌면 몰 단위도 바뀌고, 아보가드로수도 변화한다.

그러나 원자량이 바뀌더라도, 어떤 물질을 반응시켰을 때 일정량의 몰이 생성된다는 정의는 변하지 않는다. 예를 들어 원자량의 기준이 어떤 것으로 바뀌더라도, 탄소 1몰을 완전 연소시켜 생성되는 이산화탄소의 몰수는 항상 1몰이라는 것이다.

몰 단위는 일종의 함수이며, 우리는 거기에 숫자를 대입한 값을 개수로 표현하고 있다는 것을 언제나 염두하고 있어야 한다. 1몰이 의미하는 숫자는 달라지겠지만, 그 함수의 명명법이 변화하지는 않다는 것으로 이해하면 될 것이다.

### 「 4. 몰과 기체의 부피의 상관관계 」

아보가드로 법칙 : 온도와 압력이 일정할 때, 기체의 부피는 기체의 분자수에 비례한다.

항상 문제들을 보면 여러 실린더에 기체가 담겨져 있고, 그들 간의 부피와 질량을 이용하여 풀어나가도록 하는 방향으로 출제되어있다.

이러한 아보가드로 법칙의 문제를 풀이할 때, 우리가 첫 번째로 취해야 할 태도는

여러 분산된 자료들 중 하나의 값을 모두 통일시키는 것이다.

통일시켜야 하는 값 중 우선순위는 바로 '부피'이다.

부피를 통일시킨다면 다음과 같은 결론을 유추할 수 있다.

〈 부피 통일 → 각 기체의 분자수가 모두 같음 → 기체의 질량이 주어져 있으므로 분자량을 파악 가능 〉

질량은 항상 주어진다. 아보가드로 법칙을 이용한 문제들은 항상 기체의 구성 원소들 간의 원자량의 비교를 물어봐야하는 필연적 운명(?)을 갖기 때문이다.

따라서 부피를 통일시킨다면, 이들 질량은 분자량에 비례하므로 이들을 그냥 분자량이라 두고 풀어도 전혀 하자가 없다.

