

補充問題 塾技 16 原子と分子

問題 次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

19 世紀に気体の研究をしていたドルトンは、「どんな物質もそれ以上分割することができない粒子（原子）からできている」という「原子説」を発表した。

これは、それまでにわかっていた気体の性質や、ラボアジエが発見した「の法則」、また、プールのストが発見した「定比例の法則」を説明するためのものであった。この原子説は、発表された当時としては非常に革命的な学説であったにもかかわらず、すぐに化学者に受け入れられ、以降の化学の研究は、原子説をもとに行われるようになった。

そのような中、ゲーリュサックは、自らが発見した「気体反応の法則」を原子説で説明しようとして、「全ての気体は、同じ温度、同じ圧力、同じ体積中に同じ数の原子を含む」という仮説をたてた。しかし、これを説明するためには、矛盾が生じていた。この矛盾を解決するためにアボガドロは、

- ① 水素、酸素、窒素などの気体は、複数の原子が結合した「分子」からできている。
- ② 全ての気体は、その種類にかかわらず、同じ温度、同じ圧力、同じ体積中に同じ個数の「分子」を含む。

という仮説をたてた。ところが、同じ種類の原子のみで結合して分子をつくるという考えは受け入れられず、アボガドロの仮説はアボガドロが提唱してから半世紀近くの間、ほとんど忘れられていた。

このアボガドロの仮説が認められるもとになったのは、アボガドロの死後にカニッツァーロが行った、アボガドロの仮説についての解説だった。この解説で、カニッツァーロは、アボガドロの仮説が正しいと考えると、各元素の原子についてその質量の比が求まり、その結果、アボガドロの仮説の①が自然に導かれることを示した。この解説を、水素を例にして行くと次のようになる。

- (1) ある水素化合物（水素とある元素の化合物）を分析し、水素化合物の質量における水素の質量百分率を求める。
- (2) 同じ温度、同じ圧力のもとで水素ガスの密度と気体の水素化合物の密度を測定する。
- (3) 水素化合物の密度と水素化合物中の水素の質量百分率をかける。
- (4) (3) で求めた量を水素ガスの密度で割る。この値は、アボガドロの仮説の②より、水素分子 1 個の質量を 1 としたときに、水素化合物中の水素原子の質量が何倍になるかを示している。
- (5) 他の多くの水素化合物について、同様の実験を行い、その水素化合物の質量における水素の質量百分率を求め、比較する。この比較によって、水素分子が何個の水素原子からできているかを決定できる。

この解説を聞いた多くの化学者がアボガドロの仮説を受け入れることとなった。また、その後、20 世紀になると分子の实在が確認され、アボガドロの仮説はアボガドロの法則と呼ばれるようになった。

問 1. 文中の空欄 に適語を入れよ。

(次のページに続く)

問 2. 文中の下線部について、ゲーリュサックの仮説に基づいて、同じ温度、同じ圧力のもとで 2L の水素と 1L の酸素が反応して 2L の水（水蒸気）ができる反応を図で示してみた。図中の正方形は、気体を入れた容器で、各容器は同じ体積である。また、黒丸（●）は水素原子、白丸（○）は酸素原子を表し、半分の白丸（◐）は半分の酸素原子をそれぞれ表している。



次にあげるドルトンの原子説のうち、上図に適合しないものを全て選び、記号で答えよ。

- ア. 原子は、それ以上分割することができない。
- イ. 各元素の原子は、すべて同じ大きさ、同じ質量、同じ性質をもつ。
- ウ. 化学変化は、原子の組み合わせが変化するだけで、元素の種類が変わったり、原子が消滅することはない。
- エ. 化合物は、成分元素の原子が一定の割合で結合してできている。

次の表は、水素ガスと気体の水素化合物 A～D について、物質中の水素の質量百分率 [%]，ある温度と圧力のもとで測定した密度 [g/L]，および、各物質の密度を水素ガスの密度で割った値を示している。

	水素ガス	水素化合物A	水素化合物B	水素化合物C	水素化合物D
物質中の水素の質量百分率[%]	100	2.74	17.6	5.88	25.0
密度 [g/L]	0.0893	1.63	0.759	1.52	0.714
$\frac{\text{物質の密度}}{\text{水素ガスの密度}}$	1.00	18.25	8.50	17.0	8.00

問 3. 水素化合物 A～D について、上文中の方法に基づいて水素分子 1 個の質量を 1 としたときに、各水素化合物中の水素原子の質量が何倍になるかを求めよ。ただし、答は小数第 2 位を四捨五入し、小数第 1 位まで求めること。

問 4. 次の文は、問 3 で求めた値から水素分子に含まれる水素原子の数を考えるものである。文中の空欄を埋めよ。ただし、(a) は、小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めること。

水素ガスにおいて、問 3 の値を求めると、(a) となり、(a) と各水素化合物で求めた値との比は、各分子 1 個に含まれる水素原子の個数の比を表している。各分子に含まれる水素原子の個数が整数であることから、比を、最も簡単な整数比にすると、

$$\text{水素分子} : \text{水素化合物 A} : \text{水素化合物 B} : \text{水素化合物 C} : \text{水素化合物 D} \\ = (b) : (c) : (d) : (e) : (f)$$

となる。このことから、水素分子は水素原子 (g) 個からできていると判断することができる。

(久留米大附設高)

塾技 16 補充問題 解答・解説

解

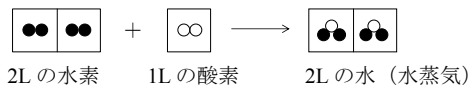
問1 「塾技 16 1」より，フランスのラボアジエによって質量保存の法則が発見された。化学反応が起こると，反応前の物質は反応後の物質とまったく別の物質になる。しかし，化学反応は，原子が結びつく相手が変わるだけで，反応の前後で原子の種類および数は変化しない。そのため，反応の前後で質量も変化しないのである。

答 質量保存

問2 ア：ドルトンの原子説では，原子はそれ以上分割できないことになるが，㊦は○を半分に分割しているのて，㊦はアに適合しない。

エ：酸素原子を分割しているのて，成分元素の原子が一定の割合で結合してできていることにはならない。よって，㊦はエに適合しない。

なお，アボガドロの分子説でゲーリュサックの気体反応の法則を説明すると，次のような図となる。



答 ア・エ

問3 A : $1.63 \times 2.74 \div 100 \div 0.0893 = 0.50 \dots \rightarrow 0.5$ [倍]

B : $0.759 \times 17.6 \div 100 \div 0.0893 = 1.49 \dots \rightarrow 1.5$ [倍]

C : $1.52 \times 5.88 \div 100 \div 0.0893 = 1.00 \dots \rightarrow 1.0$ [倍]

D : $0.714 \times 25.0 \div 100 \div 0.0893 = 1.99 \dots \rightarrow 2.0$ [倍]

答 化合物 A : 0.5 倍，化合物 B : 1.5 倍，化合物 C : 1.0 倍，化合物 D : 2.0 倍

問4 a : $0.0893 \times 100 \div 100 \div 0.0893 = 1.0$ [倍]

b : c : d : e : f = 1.0 : 0.5 : 1.5 : 1.0 : 2.0

= 2 : 1 : 3 : 2 : 4

答 a : 1.0, b : 2, c : 1, d : 3, e : 2, f : 4, g : 2