

物質と化学反応式 02 原子量・分子量・式量

A. 相対原子質量

A 君の体重は 60kg, B 君は 120kg, C 君は 240kg です。

今, 仮に A 君の体重の値を “10” とします。

10kg ではなく 10 という数値です。

これを基準とすると, B 君と C 君の体重の値はいくらになるでしょう?

また, B 君の体重の値を “12” という基準値にしたらどうでしょうか?

答は次のようになります。

	実際の体重	相対質量	相対質量
A 君	60kg	10 (基準値)	6 (基準値の 1/2)
B 君	120kg	20 (基準値の 2 倍)	12 (基準値)
C 君	240kg	40 (基準値の 4 倍)	24 (基準値の 2 倍)

このように, あるものの質量を基準 (基準とする値はどんな値でもよい) として, その基準と比較して他の質量の値をあらわしたものを **相対質量** といいます。

これを原子に当てはめることを考えます。

すべての原子はとっても小さくて, とっても軽いです。

たとえば質量数 12 の炭素原子 ^{12}C の 1 個の質量は, 約 $2.0 \times 10^{-23} \text{ g}$ ($=0.00000000000000000000020 \text{ g}$) です。

質量数 1 の水素原子 ^1H の 1 個の質量は, 約 $1.7 \times 10^{-24} \text{ g}$ ($=0.00000000000000000000017 \text{ g}$) です。

値の大きさはイメージしにくいし, そのまま計算に使うと面倒そうです。

そこで, 原子の質量をそのまま表すのではなく,

わかりやすい基準値を設定し, 相対値で表すことにしましょう。

相対原子質量

質量数 12 の炭素原子 ^{12}C の質量の値を “12” と定め,

この値を基準にして求めた原子の質量の相対値。

相対原子質量はあくまで相対的な数値です。質量[g]ではありません。

つまり, 単位がないということです。

たとえば質量数 24 のマグネシウム原子 ^{24}Mg の質量は約 $4.0 \times 10^{-23} \text{ g}$ です。

よって, 基準である質量数 12 の炭素原子 (相対原子質量 12) の約 2 倍の質量なので, 相対原子質量は約 24 ということになります。

とても扱いやすい数値になりましたネ。

数値ですヨ。

単位なしです。

相対原子質量は質量数 12 の炭素原子の質量を 12 として決めますから, 相対原子質量と原子の質量数がほぼ同じ値を示します。

補足

陽子や中性子の 1 個あたりの質量は安定な原子核ほど小さいので、
 原子の質量と質量数（陽子数+中性子数）はきれいな比例関係になりません。
 したがって、相対質量と質量数は同じ値ではなくほぼ同じ値を示します。

B. 原子量

自然界には多くの元素に質量数の異なる同位体が存在しています。
 同位体どうしは質量が異なりますので、相対原子質量もちがった値を示します。
 何種類かの同位体が、ある割合で存在している元素について、
 その相対原子質量の平均値を求めてみましょう。

たとえば炭素 C は、

同位体原子	相対原子質量	自然界での存在比
^{12}C	12	98.9%
^{13}C	13.003	1.1%

の 2 種類の同位体が存在します。

この相対原子質量の平均値を求めると、

教科書的には、 $12 \times \frac{98.9}{100} + 13.003 \times \frac{1.1}{100} \approx 12.01$ となりますが、

基準値を 12 にし、「平均値 = 基準値 + 基準値との差の平均」を使えば、

$$12 + \left\{ (12 - 12) \times \frac{98.9}{100} + (13.003 - 12) \times \frac{1.1}{100} \right\} \approx 12.01 \text{ と楽にもとめられます。}$$

こうして求めた相対原子質量の平均値、

この場合では炭素 C の“約 12.01”を元素の**原子量**といいます。

原子量

元素がもつ同位体の存在比を考慮した相対原子質量の平均値。
 原子量は相対原子質量の平均値ですので、単位をもたない値です。
 g などを決してつけないでください!

また、原子量は暗記する値ではありません。

どんな試験（センター試験も）でも数値が与えられます。

その数値を用いて問題を解くことになります。

原子量は平均値なので、整数値にはなりません。

たとえば、塩素 Cl の原子量は 35.4527... です。

これをある人は 35 で、別の人には 35.45 で用いるとちがった結果が出てしまいます。

そこで「35.5 という概数を用いて計算しなさい」という指示が、

つまり、数値が与えられるわけです。

別に親切心や温情で与えられるわけではありません。

C. 分子量・式量

化学式（分子式，組成式やイオン式）であらわされる物質やイオンの相対質量を **分子量**（相対分子質量），**式量**といいます。

分子量：分子式を構成する元素の原子量の総和。

式量：組成式やイオン式を構成する元素の原子量の総和。

分子量も式量も意味は同じで，

その化学式が分子式か組成式またはイオン式なのかで呼び方がちがう数値です。

これも単位をもたない値ですヨ。

ここで分子量や式量を求める前に，化学式を構成する元素の数を確認しておきましょう。

CO_2 ：Cが1個とOが2個

K_2CO_3 ：Kが2個とCが1個とOが3個

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ：Caが1個とNが2個とOが6個

CH_3COOH ：Cが2個とHが4個とOが2個

では，分子量や式量を求めてみましょう。

例題

次の物質やイオンの分子量または式量を求めよ。

ただし，原子量は， $\text{H} = 1.0$ ， $\text{C} = 12$ ， $\text{N} = 14$ ， $\text{K} = 39$ ， $\text{Ca} = 40$ とする。

1. CO_2 2. K_2CO_3 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 4. CH_3COOH 5. NH_4^+

解答

1. $12 + 16 \times 2 = 44$ （分子量）

2. $39 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 138$ （式量）

3. $40 + 14 \times 2 + 16 \times 6 = 164$ （式量） 別解： $40 + (14 + 16 \times 3) \times 2 = 164$

4. $12 \times 2 + 1.0 \times 4 + 16 \times 2 = 60$ （分子量）

5. $14 + 1.0 \times 4 = 18$ （式量）

※イオンの価数は無視！あくまで構成元素の原子量の総和です。

確認問題 1

水素 H の原子量を求めよ (小数第 3 位まで)。

同位体原子	相対質量	自然界での存在比
^1H	1.0078	99.985%
^2H	2.0141	0.015%

確認問題 2

次の物質やイオンの分子量または式量を求めよ。

ただし, 原子量は, H : 1.0, C : 12, O : 16, Mg : 24, S : 32 とする。

1. O_3 2. H_2S 3. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 4. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 5. Mg^{2+} 6. SO_4^{2-}

解答

確認問題 1

基準値を 1.0078 にし、「平均値＝基準値＋基準値との差の平均」を使います。

$$1.0078 + (2.0141 - 1.0078) \times \frac{0.015}{100} \approx 1.0079$$

よって、1.008 ……(答)

確認問題 2

1. $16 \times 3 = 48$ (分子量)
2. $1.0 \times 2 + 32 = 34$ (分子量)
3. $24 + 16 \times 2 + 1.0 \times 2 = 58$ (式量) あるいは $24 + (16 + 1.0) \times 2 = 58$ (式量)
4. $12 \times 2 + 1.0 \times 6 + 16 = 46$ (分子量)
5. 24 (式量)
6. $32 + 16 \times 4 = 96$ (式量)

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>
バックナンバー中の記載「このメルマガは、転載・複写自由です。」に甘え、
内容を保ったまま、整理・加筆し、転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>