

化学计算题解法

周振華編著

湖北人民出版社

化学計算題解法

周振華編著

湖南人民出版社 (代漢解放大道332号)

地址許可証湘出

长沙市

1092耗 $\frac{1}{32}$ 开·2 $\frac{5}{8}$ 印張·

1957年6月第1版

1958年3月第2版

1958年4月第4次印刷

印数: 112,001—192,000

統一書号: 7106·93

前言

目前具有高中程度的讀者需要高中程度的化学計算題解答方面的讀物，这种讀物是不易購買到手的。于是，有的讀者傾心于过去出版的“化学計算題解”之类的旧書，但是这类旧書不仅在編法方面有缺点，而且其內容往往超过了目前高中程度的化学水平。这对高中程度的讀者說来，就不免使他們在学习上增加了不必要的負担。同时，这类書籍，在解習題时，一般缺乏分析說明，對他們邏輯思惟能力的培养也是没有什么幫助的。

著者嘗試学习苏联 Ц.А.Александров 与 И.М.Шрайченко 著的“Методика Решения Задач По Физике Средней Школе”（中学物理計算題解法）一書的精神，依据目前普通高中和中等技术学校化学課本和教学大綱的深度和范围，自拟了一些化学計算題的例題，分类講解計算的原理和方法，逐題得出答案；讀者看了之后，可以掌握計算的原理和規律，了解每一問題的解法，知道为什么要这样解題。如果讀者認真地研究了这些計算題，对于自己邏輯思惟能力的培养也还是有一些幫助的。

但是有一点應該指出，本書仅是化学課本的一种輔助讀物，要使它发生应有的作用，讀者对普通高中或中等技术学校的化学課本，首先必須进行系統的学习与領会，如果不能这样，而想仅凭本書获得收益，那么效果必然是不会很好的。

最后，本書撰写是在授課之余匆促写成的。虽然已承游浩、徐德霖、白文光、李熊賢等同志指正，但錯誤或不当之处在所难免。尚希同志們，特別是学习的同志們多予指正。

周振華 1957年3月于天津工业学校

目 录

第一章 有关分子式的計算	1
一、計算一定重量的化合物中所含某元素的重量	2
二、已知某元素的重量，求含这元素的化合物的重量	6
三、計算化合物內各元素所占的重量百分数（求百分組成）	9
四、已知化合物內各元素所占的重量百分数（百分組成）求 其实驗式	15
第二章 有关化学方程式的計算	22
一、計算制取一定重量的生成物所需反应物的重量	23
二、計算一定重量的反应物所产生的生成物的重量	30
第三章 有关气体体积的計算	38
一、根据分子式計算有关气体体积問題	39
二、根据化学方程式計算的体积問題	42
三、計算在非标准状况下的体积問題	48
第四章 有关溶液濃度的計算	57
一、已知溶液的百分濃度求溶質和溶剂的重量	58
二、已知溶質的重量求溶液的百分濃度	61
三、已知溶液的克分子濃度求所含溶質的重量	64
第五章 有关溶解度的計算	68
第六章 分子量、分子式和相对密度的求法	72
一、分子量的求法	72
二、分子式的求法	75
三、相对密度的求法	77
附表：几种最重要元素的名称、元素符号和原子量表	81

第一章 有关分子式的計算

当我們在研究有关分子式的計算时，首先会碰到的概念是克原子和克分子。克原子和克分子这两个概念在化学計算中应用广泛，不仅是在研究有关分子式的計算时要碰到，而且可以說在其他方面所有的化学計算中也都会碰到的。因此，有必要在这里来簡扼地提一下。

所謂克原子，就是指一定量的元素用克作单位来表示，在数值上等于这种元素的原子量时，这一定的量就叫作这种元素的一个克原子。例如：氢的原子量是1，則一克原子的氢就等于一克；鉄的原子量是55.8，則一克原子的鉄就等于55.8克，两克原子的鉄就等于 $2 \times 55.8 = 111.6$ （克）。

所謂克分子，就是指一定量的物質（单質或化合物）用克作单位来表示，在数值上等于这种物質的分子量时，这一定的量就叫作这种物質的一个克分子。例如：氢（ H_2 ）的分子量是2，則一克分子氢就等于2克；水的分子量是18，則1克分子水就等于18克。

另外，我們也应该知道任何物質的分子量乃是組成此物質的各元素的原子量的总和。如水，由于水的分子式为 H_2O ，所以知道这种物質的分子是由两个氢原子和一个氧原子所組成；而氢原子的原子量是1，則两个氢原子就是 $2 \times 1 = 2$ ，氧原子的原子量是16，則一个氧原子就是16，所以它們的总和即： $2 + 16 = 18$ ，就是水的分子量。

如果水的重量用克分子来表示，同理，由于水的分子式 H_2O 说明了这种物质分子中包含有两个氢原子和一个氧原子，而一个克原子的氧为16克，两个克原子的氢为 $2 \times 1 = 2$ (克)，从而我们也可以知道它们的总和即 $2 + 16 = 18$ (克)，就是一个克分子水的重量。由此可见，任何物质的克分子是组成此物质的各元素的克原子的总和。

我们明白了上面说的这些概念之后，现在再来谈谈有关分子式的计算，由于一个分子式是代表一种物质的分子成分的，所以通过分子式，我们就可以进行各种计算。

一、计算一定重量的化合物中 所含某元素的重量

前面已经说过任何物质的克分子是组成此物质的各元素的克原子的总和。因此，如果根据某物质的分子式求一克分子中某元素的重量是不会困难的。但是在实际应用中，这种计算较少，而是往往要我们去计算某物质的若干克分子中某元素的重量，即计算某一定重量的化合物中所含某元素的重量。对于这一类计算题，应该首先明白定组成定律（亦称定比定律）。根据这一定律，一切纯净的化合物的成分不管是在量方面或质方面都是一定不变的。也就是说一定的物质（化合物）一定含有同样的成分元素，而这些元素在重量上又是按一定的比来相互化合的。其次，任何物质的总重量总是由一个个同类分子的重量加起来的。按照这些道理，所以对于任何一定重量的某物质中某元素的重量，只要我们知道这种物质的一个克分子中某元素的重量，无论这种物质是多少个克分子，即是说不管这种物

質的总重量是大是小，都可以利用简单的比例計算求出来。

例1 今有水(H_2O) 144克，問其中含有多少克氧？

〔解〕 題意分析：

(1) 解答这个問題时，首先應該想到水144克是由分子量相同的水分子所組成，因此如果能够知道水的一个克分子的重量中有多少氧原子的重量，則144克的水中有多少克氧原子的重量就可以計算了。

(2) 水的分子式： H_2O 。

(3) 水的克分子量： $2 \times 1 + 16 = 18$ (克)。

(4) 1克分子的水中的含氧量：16克。

从以上的分析，我們就可以这样来想：

18克水中含有16克氧；

144克水中含有X克氧。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{16} = \frac{144}{18}$$
$$\therefore X = \frac{144 \times 16}{18} = 128 \text{ (克)}$$

答：144克的水中含有128克氧。

例2 今有三氧化二鉄958.2克，求其中含有鉄几克？

〔解〕 題意分析：

(1) 这一題的計算原理和上一題是相同的。

(2) 三氧化二鉄的分子式： Fe_2O_3 。

(3) 三氧化二鉄的克分子量： $56 \times 2 + 16 \times 3 = 160$ (克)。

(4) 1克分子的三氧化二鉄中的含鉄量： $56 \times 2 = 112$ (克)。

有了这些有关計算的題意分析以后，現在我們應該这样想：

160克三氧化二鉄中含有112克鉄；

958.2克三氧化二鐵中含有X克鐵。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{112} = \frac{958.2}{160}$$
$$\therefore X = \frac{958.2 \times 112}{160} = 670.8(\text{克})$$

答：958.2克三氧化二鐵中含有670.8克鐵。

例3 氯化銅 (CuCl_2) 538克中含有銅和氯各多少克？

〔解〕 題意分析：

這一題的解法在原理上仍和前二題一樣，但這一題所要計算的是銅和氯兩種元素的重量。當然我們還是可以象解前題一般，先從1克分子氯化銅中的含銅量求出538克 CuCl_2 中含有多少克銅；然後再從1克分子 CuCl_2 中的含氯量求出538克 CuCl_2 中含有多少克氯。但這裡我們應該注意：象這樣的計算法需要列兩次比例式，手續麻煩。如果我們細心想一下，就可以知道 CuCl_2 是由Cu和 Cl_2 化合而成的。根據質量守恆定律（亦稱物質不滅定律），化學變化前後反應物質和生成物質的總重量是不變的。也就是說在這裡 CuCl_2 的重量必然是銅和氯的重量的和。因此，只要計算出 CuCl_2 中銅的含量，那麼，從氯化銅的重量中減去銅的重量就可以簡捷地得出氯的重量了。這樣計算時可以省掉一個比例式的計算，答案和原理也是完全正確的。下面我們就具體地根據上面的分析將這一題分成兩步來解：

甲、求氯化銅的含量

（1）氯化銅的分子式： CuCl_2 。

（2）氯化銅的克分子量： $64 + 35.5 \times 2 = 135$ （克）。

（3）1克分子的氯化銅中的含銅量：64克。

從以上的分析，我們就可以這樣想：

135克的氯化銅中含有64克銅；

538克的氯化銅中含有X克銅。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{64} = \frac{538}{135}$$
$$\therefore X = \frac{538 \times 64}{135} = 255.1(\text{克})$$

乙、求氯化銅中氯的含量

(1) 氯化銅是由銅和氯兩元素所組成的，其總重量為538克。

(2) 已知538克氯化銅中含有255.1克銅。

從這兩點來看，根據質量守恆定律，我們可以用算術法將

(1)、(2)相減而得出氯化銅中氯的含量。即：

$$538 - 255.1 = 282.9(\text{克})$$

答：538克氯化銅中含有銅255.1克；含有氯282.9克。

例4 硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 519克中應含氧多少克？

〔解〕 題意分析：

(1) 此題應注意的是：硫酸銅是帶有五個分子結晶水的結晶體，因此在計算含氧量時，應該將結晶水中的氧一并計算在內。

(2) 硫酸銅的分子式： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 硫酸銅的克分子量： $64 + 32 + 16 \times 4 + 5(2 \times 1 + 16) = 250(\text{克})$ 。

(4) 一克分子的硫酸銅中的含氧量： $16 \times 4 + 5 \times 16 = 144(\text{克})$ 。

因此我們就這樣想：

250克的硫酸銅中含有144克氧；

519克的硫酸銅中含有X克氧。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{144} = \frac{519}{250}$$

$$\therefore X = \frac{519 \times 144}{250} = 298.94(\text{克})$$

答：519克硫酸銅中含有298.94克的氧。

二、已知某元素的重量，求含这元素的化合物的重量

計算这一类題，所引用的原理完全和本章第一类題一样。本章第一类題是根据物質的重量求其所含某元素的重量，而这一类反过来，則是根据某元素的重量，求含这元素的物質的重量，因此，对这一类題，应从一个克分子的化合物（物質）中所含某元素的重量来着手計算，即是說先应得出一个克分子的化合物及其所含某元素的重量，然后再根据題內所給某元素的重量（某元素的重量在这类題中是給出的），运用简单的比例計算法，即可求出包含已知重量的某元素的化合物的重量。

例 5 多少克水（ H_2O ）內含有128克氧？

〔解〕 題意分析：

（1）水的分子式： H_2O 。

（2）水的克分子量： $2 \times 1 + 16 = 18$ （克）。

（3）一克分子的水中含氧量： $16 \times 1 = 16$ （克）。

因此我們就知道：

18克水中含有16克氧；

X克水中含有128克氧。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{18} = \frac{128}{16}$$

$$\therefore X = \frac{128 \times 18}{16} = 144(\text{克})$$

答：144克的水中含有128克氧。

例 6 几公斤的硝酸钾 (KNO_3) 中含有576克氧？

〔解〕 题意分析：

我們应该注意：这一题的已知数(条件)和未知数(答案)的单位不同，前者是克，后者是公斤。象这样的题，为了计算上的方便，一般在计算过程中，都是用克作单位来进行的，求出答案之后，再把答案的克单位，换算成为公斤单位。这样，也就符合题意了。(任何化学计算题答案的单位，一定要使符合题意)。根据这两个步骤，现在我们来具体进行解答：

甲、用克作单位

(1) 硝酸钾的分子式： KNO_3 。

(2) 硝酸钾的克分子量： $39 + 14 + 16 \times 3 = 101(\text{克})$ 。

(3) 1克分子的硝酸钾中含氧量： $16 \times 3 = 48(\text{克})$ 。

因此我们就可以想到：

101克的硝酸钾中含有48克氧；

X克的硝酸钾中含有 576克氧。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{101} = \frac{576}{48}$$

$$\therefore X = \frac{576 \times 101}{48} = 1212(\text{克})$$

乙、把答案的克单位换算成为公斤单位因为答案的单位要求是公斤，而1公斤=1000克，所以1212克等于(1212 ÷ 1000)，即1.212公斤。

答：1.212公斤硝酸鉀中含有576克氧。

例7 多少磅硫酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 中含有148.4克氮？

〔解〕 題意分析：

這一題的解法和例6相似，也應分作兩步來進行：

甲、用克作單位，求硫酸銨的重量

(1) 硫酸銨的分子式： $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

(2) 硫酸銨的克分子量： $2(14 + 4) + 32 + 16 \times 4 = 132$ (克)。

(3) 1克分子的硫酸銨中含氮量： $14 \times 2 = 28$ (克)。

由此我們就可以這樣想：

132克的硫酸銨中有28克氮；

X克的硫酸銨中含有148.4克氮。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{132} = \frac{148.4}{28}$$

$$\therefore X = \frac{148.4 \times 132}{28} = 699.7 \text{ (克)}$$

乙、把答案的克單位換算成為磅單位：

由於答案的單位要求是磅，而2.205磅=1000克，因此需要再列一比例式將699.7克化成磅單位。即：

$$\frac{Y}{2.205} = \frac{699.7}{1000}$$

$$\therefore Y = \frac{699.7 \times 2.205}{1000} = 1.543 \text{ (磅)}$$

答：1.543磅硫酸銨中含有148.4克氮。

三、計算化合物內各元素所占的 重量百分数（求百分組成）

对这一类題的計算，是要計算某化合物內各元素所占重量的百分数。具体地說，即是把某化合物的重量看作100份，計算在这100份中組成某化合物的各元素占多少份。对于計算某化合物內各元素所占的重量百分数，在实际运算中，我們通常是以某化合物的100克为依据（即是看作100份的意思）來計算在100克化合物內各元素各有多少克。如此得出的数值，就是我們所要求的百分数，也就是所謂百分組成。这样一类題究竟怎样解答呢？我們得想一想原子分子論所告訴我們的：任何一个化合物，它的組成单位总是分子，而分子又是由元素組成的（或者說是由元素的原子組成的）；分子当然有一定的重量，这种重量即分子量，它是組成分子的各元素重量的总和（或者說是元素原子量的总和）。如果說明了这种理論，那么，計算某化合物重量的百分組成就有了依据。比如我們在前面已經提到过的这种化合物，从它的分子式来看，它的一个克分子重量是18克，氢2克和氧16克加起来的。这就是說18克水中，有2克氢和16克氧。那么在100克水中有多少氢和氧，即是水的重量百分組成。

根据上述道理，概括的說，計算一种物質（化合物）中各元素所占的重量百分数，一般應該这样做：第一，写出此物質的分子式（一般在題內是写出的）；第二，从分子式計算出此物質一个克分子的重量及其中各元素所占的重量；第三，根据以上数据，运用百分法計算，即可求得此物質的重量百分組

成。

例 8 氧化亚氮的分子式是 N_2O ，求其重量百分組成。

【解】 題意分析：

(1) 氧化亚氮的克分子量： $14 \times 2 + 16 = 44$ (克)。

(2) 1 克分子的氧化亚氮中各元素的含量：

氮： $14 \times 2 = 28$ (克)

氧： $16 \times 1 = 16$ (克)

(3) 求 100 克氧化亚氮中含各元素的重量。

由于以上的分析，我們便可以这样想：

44 克氧化亚氮中含有 28 克氮和 16 克氧；

100 克氧化亚氮中含有 X 克氮和 Y 克氧。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{28} = \frac{100}{44}$$

$$\therefore X = \frac{100 \times 28}{44} = 63.63 \text{ (克) (氮)}$$

而
$$\frac{Y}{16} = \frac{100}{44}$$

$$\therefore Y = \frac{100 \times 16}{44} = 36.37 \text{ (克) (氧)}$$

注意：求氧的重量时可以不列比例式来计算，可直接由 100 克减去氮的重量而求得，即：

$$100 - 63.63 = 36.37 \text{ (克)}$$

答：氧化亚氮中氮的重量百分数是 63.63%，氧是 36.37%。

例 9 計算硝酸 (HNO_3) 中各元素的重量百分数。

【解】 題意分析：

(1) 硝酸的克分子量： $1 + 14 + 16 \times 3 = 63$ (克)。

(2) 1 克分子的硝酸中各元素的含量：

氢：1克

氮：14克

氧： $16 \times 3 = 48$ （克）

（3）求100克硝酸中含各元素的重量。

由于以上的分析，我們可以这样想：

63克硝酸中含有1克氢、14克氮及48克氧；

100克硝酸中含有X克氢、Y克氮及Z克氧。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{1} = \frac{100}{63}$$

$$\therefore X = 1.59 \text{ (克) (氢)}$$

$$\frac{Y}{14} = \frac{100}{63}$$

$$\therefore Y = \frac{100 \times 14}{63} = 22.22 \text{ (克) (氮)}$$

$$\therefore Z = 100 - (1.59 + 22.22) = 76.19 \text{ (克) (氧)}$$

答：硝酸内氢的重量百分数为1.59%，氮为22.22%，氧为76.19%。

例10 求硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ 中铝及硫酸根的重量百分组成。

〔解〕 题意分析：

（1）此题异于上题的地方就是在于求硫酸根所占的重量百分组成。这就需要我们将硫酸根 SO_4 当作一个元素一样的整体来计算。

（2）硫酸铝的克分子量： $27 \times 2 + 3(32 + 16 \times 4) = 342$ （克）。

（3）硫酸铝中的元素及根的含量：

铝： $27 \times 2 = 54$ （克）

硫酸根： $3(32 + 16 \times 4) = 288$ （克）

(4)求100克硫酸鋁中各元素及根的含重。

知道了这些以后，我們便可这样想：

342克硫酸鋁中含有54克鋁及288克的硫酸根；

100克硫酸鋁中含有X克鋁及Y克的硫酸根。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{54} = \frac{100}{342}$$
$$\therefore X = \frac{54 \times 100}{342} = 15.79(\text{克})(\text{鋁})$$

$$Y = 100 - 15.79 = 84.21(\text{克})(\text{硫酸根})。$$

答：硫酸鋁中的百分組成爲鋁占15.79%，硫酸根占84.21%。

例11 求 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 中結晶水所占的百分組成。

〔解〕 題意分析：

(1)此題應該注意的是：對於結晶水的百分組成的求法，應該將整個化合物中所占的結晶水和根或元素一樣看作是一個整體來計算。

$$(2) \text{含水硫酸鋁的克分子量：} 27 \times 2 + 3(32 + 16 \times 4) + 18(2 \times 1 + 16) = 666(\text{克})。$$

$$(3) \text{含水硫酸鋁一克分子中含結晶水量：} 18(2 \times 1 + 16) = 324(\text{克})。$$

(4)求100克含水硫酸鋁中結晶水的含重。

根據以上分析，於是我們知道：

666克的含水硫酸鋁中含有324克結晶水；

100克的含水硫酸鋁中含有X克結晶水。

列成比例式并解之：

$$\frac{X}{324} = \frac{100}{666}$$

$$\therefore X = \frac{100 \times 324}{666} = 48.64(\text{克})$$

答：含水硫酸鋁 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 中結晶水占總重量的 48.64%。

例12 有一硫化亞鐵的樣品，分析結果，知含35.01%的硫，求該樣品內FeS的百分率。

〔解〕 題意分析：

此題應該注意到題內硫化亞鐵樣品含硫量 35.01% 並不是說100克純FeS中含有35.01克硫，而是不純的FeS礦樣品100克中含有35.01克。根據題目意思就是要求出這個不純的FeS礦樣品中含有多少純FeS。對於這一問題我們應該考慮到：這個樣品中含硫量是固定的，即在100克此樣品中有35.01克硫。也可以說在100克不純的FeS樣品中有X克純FeS，而在此X克純FeS中含硫35.01克。這X克純FeS就是硫化亞鐵礦樣品內FeS的百分率，也就是我們所要求的答案。至於求的方法很簡單，可以根據FeS的分子式來計算。因為自FeS的分子式可以知道其克分子量，也能知道其中含硫多少克，即FeS的克分子量為88克，88克FeS中含有硫32克，以之和X克純FeS中含有35.01克硫進行比例計算，就能求得100克不純的FeS礦樣品中所含純的FeS的量，即該樣品由FeS的百分率。

(1) 硫化亞鐵的克分子量： $56 + 32 = 88$ (克)。

(2) 一個克分子的硫化亞鐵中硫的含量： 32 (克)。

由於(1)、(2)，於是我們可以這樣想：

88克硫化亞鐵中包含着32克硫；

X 克硫化亞鐵中包含着35.01克硫。