

中学化学计算

ZHONGXUE HUAXUE JISUAN



天津人民出版社

中学化学计算

孙克明 编

天津人民出版社

中学化学计算

孙克明 编

*

天津人民出版社出版

(天津南开区道124号)

天津市第一印刷厂印刷 天津市新华书店发行

*

开本787×1092毫米 1/32 印张5 1/2 字数114,000

一九七八年十月第一版

一九七八年十月第一次印刷

印数: 1~170,250

统一书号: 7072·1077

每 册: 0.40元

目 录

第一章 根据分子式进行的计算.....	(1)
一、基本知识	(1)
二、根据分子式计算物质的分子量	(5)
三、根据分子式计算化合物中各元素的重量比	(6)
四、根据分子式计算化合物中各元素的重量百分比	(7)
五、计算化合物中所含某元素的重量	(11)
六、已知某元素的量, 计算含这种元素的化合物的重量 ..	(14)
习题一	(16)
第二章 有关物质的纯度和化学肥料含量的计算	(17)
一、计算物质的纯度	(17)
二、有关化学肥料的含量的计算	(19)
习题二	(24)
第三章 有关克分子和克当量的计算	(25)
一、有关克原子和克分子的计算	(25)
二、有关当量和克当量的计算	(31)
习题三	(39)
第四章 根据化学方程式的计算.....	(40)
一、基本知识	(40)
二、有关纯净物质的计算	(44)
三、有关不纯物质的计算	(51)

四、有关物质产率和转化率的计算	(61)
习题四	(67)
第五章 有关溶解度的计算	(70)
一、基本知识	(70)
二、根据溶质和溶剂的量求溶解度	(73)
三、根据溶解度求溶质和溶剂的量	(75)
习题五	(85)
第六章 有关溶液的浓度的计算	(87)
一、有关百分比浓度的计算	(87)
二、有关克分子浓度的计算	(96)
三、有关当量浓度的计算	(103)
四、有关溶液的 pH 值的计算	(116)
习题六	(120)
第七章 “苯环式速算法” 及其应用	
——一种溶液的稀释或制备的速算方法	(123)
一、先从一道农业生产的应用题谈起	(123)
二、“苯环式速算法” 的依据和用法	(124)
三、“苯环式速算法” 的应用	(126)
习题七	(130)
第八章 有关气体的计算	(131)
一、基本知识	(131)
二、有关气体状态转化的计算	(133)
三、有关气体克分子体积的计算	(137)
四、求气体的重量	(141)

五、求气体的相对密度	(142)
六、求气态物质的分子量	(145)
七、根据“克莱普朗”方程式的计算	(147)
习题八	(149)
 第九章 关于物质组成的计算	(151)
一、基本知识	(151)
二、计算物质的重量组成	(155)
三、计算化合物的实验式	(156)
四、计算化合物的分子式	(158)
习题九	(163)
 习题答案	(165)

第一章 根据分子式进行的计算

一、基本知识

(一) 物质的组成

化学是研究有关物质的组成、结构、性质以及在一定的条件下进行转化等规律的一门科学。

物质的成分、结构是物质进行转化运动的内因或根据。所以，了解和掌握物质的成分、结构，对于学习化学来说，是极其重要的。

1. 分子：每一种物质，都是由该物质的最小微粒——分子所组成。分子是保持该物质的化学性质的最小微粒。分子是在不断运动着。

2. 原子：任何物质都是无限可分的，物质可分割为分子，分子可分割为原子，原子还可继续分割，如此等等。原子是物质的分子在化学反应中所分割出的最小微粒。原子是在不断运动的。原子不具有分子所具有的物质属性。如二氧化碳、氧化钙、硫酸和烧碱等物质的分子中都含有同一元素的原子——氧原子，但它们的性质各异。

所谓元素，是用化学方法能够分解成的最简单的物质，由具有相同化学性质的、种类相同的原子所构成。各种物质都是由化学元素所构成的。

3.定组成定律：每一种物质都具有一定的成分和结构。也就是说，任何一种物质的分子，是由哪些元素的原子所组成，以及各种元素的原子的数目和排列，都有着一定的规律的。如，不管是由何种方法生成的二氧化碳（ CO_2 ），其分子都是由两个氧原子和一个碳原子所组成。

任何纯净物质的组成都是一定的。这个定律叫做定组成定律。

由于各种物质的分子，都有着各自的独特的成分和结构，所以，各种物质也就有着其独特的性质和转化规律。同时，这也就是此种物质所以区别于彼种物质，从而构成了丰富多采的世界的基本原因。

由于每一种物质都具有一定的成分，所以，我们就可以根据其分子的组成，来进行有关物质组成等方面的化学计算。

（二）原子量和分子量

1.原子量：物质的分子是由原子组成的。原子虽然很小，但却都有着一定的质量。

如果以“克”这个单位来衡量原子的质量，那么，一个碳原子就约为 0.000 000 000 000 000 000 0198克。显然，这是一个很累赘的数字，在表示、记忆和运用上都甚为不便，这主要是由于用“克”来作为衡量原子的这一单位太大了的原因（譬如说，这如同用“吨”的单位来衡量一个小小乒乓球一样，这个“吨”的单位岂不就是太大了！）。

为了简化和实用，在国际上便制定了一个专为衡量原子质量的单位。这个单位就是以—个碳原子质量的 $1/12$ 为单位，并把这个单位叫做“碳单位”。

那么，这个衡量原子质量的单位——“碳单位”跟“克”

的单位有什么关系呢？换句话说，1“碳单位”等于多少“克”呢？我们知道，1“碳单位”=1个碳原子质量的 $1/12$ 。也就是， $0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 0199\text{克} \times 1/12 = 0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 00166\text{克}$ 。

现在，如果用“碳单位”来表示一个碳原子的质量，那么，由于1“碳单位”等于1个碳原子质量的 $1/12$ ，所以，碳原子的质量便等于12“碳单位”了（通常都把 这个 单位——“碳单位”省略掉）。这样，碳的原子量就成为12。这在记忆和运用上，就大为简化了。

其它元素的原子量，也都是与碳原子作相对比较的质量。如，氢原子的质量是碳原子质量的 $1/11.9$ ，所以，氢的原子量即为：

$$12\text{“碳单位”} \times 1/11.9 = 1.008\text{“碳单位”}$$

氢原子量为1.008“碳单位”，乃是与碳原子做相对比较的量。因此，元素的原子量，就是以“碳单位”来表示的各元素原子的相对质量。

我们在化学计算时，一般不必要很高的精密程度，取其原子量的小数点后一位数字便可以了。

2.分子量：分子量是以“碳单位”来表示的物质的分子的质量。由于分子是由原子组成的，所以，分子的质量便是组成该分子各原子质量的总和。通常用M来表示。如，硫酸（ H_2SO_4 ）的分子量，就是组成硫酸这一分子的2个氢原子，1个硫原子和4个氧原子的质量的总和。已知这些元素的原子量： $\text{H} = 1$ ， $\text{S} = 32$ ， $\text{O} = 16$ 。所以，硫酸的分子量即为：

$$\begin{aligned} M_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= 1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 \\ &= 98\text{（碳单位）}。 \end{aligned}$$

(三) 分子式

根据定组成定律，任何物质的组成都是一定的。就是说，任何一种物质的分子，是由哪些元素的原子所组成，以及各元素的原子数目等都是有一定的。于是，我们在表示物质的组成的时候，就可以用一定的式子来表示。如，用 H_2SO_4 来表示硫酸的分子组成；用 NaOH 来表示烧碱的分子组成，等等。象 H_2SO_4 、 NaOH 这些用元素符号来表示物质的分子组成的式子，就叫做分子式。

分子式表示着很多的意义。如以硫酸的分子式 H_2SO_4 为例，说明如下：

分子式所表明的意义	以 H_2SO_4 为例来说明
(1) 表明物质的一个分子；	(1) H_2SO_4 它表示硫酸的一个分子；
(2) 表示物质是由哪些元素所组成的；	(2) H_2SO_4 表示硫酸是由H、S、O三种元素所组成；
(3) 表示物质的分子中含有各元素的原子数目；	(3) 表示在硫酸的分子中，含有2个氢原子，1个硫原子和4个氧原子；
(4) 表示物质的分子量；	(4) 硫酸的分子量为： $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98;$
(5) 表示组成物质的各元素的重量比；	(5) 表示组成硫酸(H_2SO_4)的三种元素H、S、O的重量比；即： $\text{H} : \text{S} : \text{O} = 2 : 32 : 64 = 1 : 16 : 32$
(6) 表示化合物中所含元素的重量百分比。	(6) 在硫酸(H_2SO_4)中，所含H、S、O各元素的重量百分比；即： $\text{含H}\% = \frac{2}{98} \times 100\% = 2\%$ $\text{含S}\% = \frac{32}{98} \times 100\% = 32.6\%$ $\text{含O}\% = \frac{64}{98} \times 100\% = 65.4\%$

综合上述，我们便可以根据分子式进行如下一些方面的化学计算：

1. 计算物质的分子量；
 2. 计算化合物中各元素的重量比；
 3. 计算化合物中各元素的重量百分比；
 4. 计算一定量的化合物中所含某元素的重量；
 5. 根据元素的量，计算含这种元素的化合物的重量。
- 下面，我们就分别来谈谈这些方面的计算。

二、根据分子式计算物质的分子量

我们知道，分子量是组成该物质分子的各元素原子质量的总和。所以，计算物质的分子量就是计算组成该物质分子的各个原子的质量之和。

计算方法，可首先从《国际原子量表》中查出有关各元素的原子量，然后，根据分子式所示的分子中所含的各元素的原子个数，其各元素的原子质量的总和就是该物质的分子量。

例1 计算化肥硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 的分子量。

【分析与解题】

已知各元素的原子量： $\text{H} = 1$ ， $\text{N} = 14$ ， $\text{S} = 32$ ， $\text{O} = 16$ （单位是“碳单位”，省略掉）。如以 $M_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}$ 来表示硫酸铵的分子量，则，

$$\begin{aligned} M_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} &= (14 + 1 \times 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 \\ &= 132。 \end{aligned}$$

答：硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 的分子量为132。

例2 计算胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的分子量。

【分析与解题】

(1) 象胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 这种含水分子的物质，称为结晶水合物。其所含的水，称为结晶水。胆矾就是硫酸铜五水物。在计算结晶水合物的分子量时，要把所含的结晶水都计算在内。

(2) 已知各元素的原子量： $\text{Cu} = 64$ ， $\text{S} = 32$ ， $\text{O} = 16$ ， $\text{H} = 1$ ，于是，
$$M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 64 + 32 + 16 \times 4 + 5 \times (1 \times 2 + 16) = 250。$$

答：胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的分子量为250。

三、根据分子式计算化合物中各元素的重量比

计算化合物中各元素的重量比，就是根据分子式，把化合物中按元素分别计算出它们的原子总量。然后，把各元素的原子总量列成比例，就是所求的化合物中各元素的重量比。

例3 计算硝酸铵 (NH_4NO_3) 中各元素的重量比。

【分析与解题】

根据硝酸铵 (NH_4NO_3) 的分子式，可知在其分子中含有2个氮原子，4个氢原子和3个氧原子。由于，各元素的原子总量分别为：

$$\begin{array}{lll} 2 \text{ N} = 14 \times 2 & 4 \text{ H} = 1 \times 4 & 3 \text{ O} = 16 \times 3 \\ = 28, & = 4, & = 48。 \end{array}$$

所以，在硝酸铵中，所含三种元素（N.H.O）的重量比即为：

$$\begin{aligned} \text{N} : \text{H} : \text{O} &= 28 : 4 : 48 \\ &= 7 : 1 : 12。 \end{aligned}$$

答：在硝酸铵中，三元素（N.H.O）的重量比为：N : H : O = 7 : 1 : 12。

四、根据分子式计算化合物中各元素的重量百分比

关于化合物中所含某元素的重量百分比的计算，在工业生产和科学实验中的应用是非常广泛的。用重量百分比来表示化合物所含某种元素的含量简易明了。如尿素和硫酸铵两种氮肥的含氮量分别用46.7%和21.2%来表示，就可以简单清楚的表明，它们含氮的多少，肥效的高低。因此，这些计算在实际中是有着重要意义的。

计算化合物中所含某种元素的重量百分率，就是计算在100份重的该化合物中，所含某元素有多少份重。即：

$$\text{化合物中所含某元素的重量百分率} = \frac{\text{化合物中所含某元素的量}}{\text{化合物的分子量}} \times 100\%。$$

例4 赤铁矿的主要成分是氧化铁（ Fe_2O_3 ）。试计算氧化铁中含铁的重量百分率。

【分析与解题】

从分子式中得知，在氧化铁分子中含有2个铁原子。

$$\text{即：} \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3}。$$

由于 Fe_2O_3 的分子量为： $56 \times 2 + 16 \times 3 = 160$ ，
而其中含铁量为： $56 \times 2 = 112$ ，

所以，含铁 $\% = \frac{112}{160} \times 100\% = 70\%$ 。

答：在氧化铁中含铁量为70%。

例5 某化学纤维厂组织广大职工积极治理“三废”，取得显著成绩。每年从废气中回收的二硫化碳(CS_2)就达1200吨。试计算二硫化碳的含硫量与硫酸的含硫量哪一个高？计算1200吨二硫化碳的含硫量相当于多少吨硫酸(98%)的含硫量？

【分析与解题】

(1) 二硫化碳(CS_2)的含硫量为：

$$\frac{2S}{\text{CS}_2} \times 100\% = \frac{64}{76} \times 100\% = 84.2\%。$$

硫酸(H_2SO_4)的含硫量为：

$$\frac{S}{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 100\% = \frac{32}{98} \times 100\% = 32.6\%。$$

由计算得知，二硫化碳的含硫量高于硫酸。

(2) 根据上述计算，求多少吨硫酸的含硫量等于1200吨二硫化碳的含硫量，即：

$$x \text{吨} \times 32.6\% = 1200 \text{吨} \times 84.2\%。$$

$$x = \frac{1200 \times 0.842}{0.326} = 3100 \text{(吨)}。$$

(3) 应注意的是，由(2)中所计算得的值为纯硫酸的量。根据题意，还应换算出浓度为98%的硫酸的量：

$$3100 \text{吨} \div 98\% = 3163 \text{吨}。$$

答：二硫化碳的含硫量高于硫酸；1200吨二硫化碳的含硫量相当于3163吨98%硫酸的含硫量。

例6 某高炉用的铁矿石里，含有80% Fe_2O_3 ；10% SiO_2 和10%其它杂质。在这种铁矿石里，含铁和硅的重量百分率各是多少？

【分析与解题】

(1) 求这种铁矿石里的含铁百分率，就是求铁在这种铁矿石里所占的重量百分比。由于铁(Fe)是以 Fe_2O_3 的组分存在于该铁矿石中的，所以，应先求出铁(Fe)占 Fe_2O_3 的重量百分率。即：

$$\begin{aligned}\text{铁占Fe}_2\text{O}_3\text{的百分率} &= \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times 100\% = \frac{112}{160} \\ &\times 100\% = 70\%.\end{aligned}$$

(2) 根据题意， Fe_2O_3 占矿石的80%，而铁(Fe)又是 Fe_2O_3 的70%。即：

$$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{铁矿石}} \times 100\% = 80\%,$$

$$\frac{\text{铁}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times 100\% = 70\%.$$

所以，铁(Fe)占铁矿石的重量百分率为：

$$\begin{aligned}\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{铁矿石}} \times 100\% \times \frac{\text{铁}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times 100\% &= 80\% \times \\ &70\%,\end{aligned}$$

$$\frac{\text{铁}}{\text{铁矿石}} \times 100\% = 56\%.$$

(3) 硅(Si)占铁矿石的重量百分率，可以采取同样

求法。

硅 (Si) 占二氧化硅 (SiO_2) 中的重量百分率为:

$$\frac{S_1}{S_1\text{O}_2} \times 100\% = \frac{28}{60} \times 100\% = 46.7\%。$$

而 $\frac{\text{SiO}_2}{\text{铁矿石}} \times 100\% = 10\%。$

所以 $\frac{\text{Si}}{\text{铁矿石}} \times 100\% = 46.7\% \times 10\% = 4.67\%。$

答: 该铁矿石含铁量为56%, 含硅量为4.67%。

解法 2

(1) 还可以这样考虑, 设铁矿石为100份重, 含 Fe_2O_3 的量为80%, 则 Fe_2O_3 为铁矿石重的份数为:

$$100\text{份} \times 80\% = 80\text{份}。$$

(2) 由 Fe_2O_3 的分子式可知, 铁 (Fe) 占 Fe_2O_3 的比为:

$$\frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{112}{160},$$

于是, 根据 (1), 求出在80份的 Fe_2O_3 中含铁的份数为:

$$\frac{112}{160} = \frac{x}{80},$$

$$x = \frac{112 \times 80}{160} = 56(\text{份})。$$

通过计算可知, 在100份铁矿石里, 含铁56份。所以, 它含铁的重量百分率为56%。

(3) 同样, 在100份铁矿石中, 含 SiO_2 是10份。而在这10份的 SiO_2 中硅 (Si) 占的份数为:

$$\frac{\text{Si}}{\text{SiO}_2} = \frac{x}{10},$$

$$x = \frac{28 \times 10}{60} = 4.67 (\text{份}).$$

在100份铁矿石中含硅4.67份，所以，含硅的重量百分率即为4.67%。

答：略。

五、计算化合物中所含某元素的重量

我们知道，任何纯净的化合物的组成都是一定的（定组成定律）。就是说，在任何化合物中，其所含某一元素的量是一定的。或者说，任何化合物与其所含的某元素的量之间，存在着一定的重量比关系。

如，根据水（ H_2O ）的分子组成，就可以了解到在水中含氢元素的量为：

$$\frac{2\text{H}}{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2 (\text{氢原子的总量})}{18 (\text{水的分子量})}。$$

由这一关系，我们就不难得知，在18克水中含氢2克，在9公斤水中就含氢1公斤等等。

于是，我们就可以总结出如下的关系式：

$$\frac{\text{化合物中所含某元素的原子总量}}{\text{化合物的分子量}} = \frac{\text{化合物所含某元素的重量}}{\text{化合物的重量}}。$$

式中的“化合物中所含某元素的原子总量”和“化合物的分子量”是都可以根据元素的原子量计算出来的。所以，

（1）知道化合物的量，就不难据此计算出在一定量的