

化学基本计算

吉林人民出版社

内 容 提 要

本书主要介绍解答中学化学计算题的基础知识、思考方法、计算方法、计算规律，以及化学计算在三大革命运动中的作用等。可作为中学教师、学生的参考读物。

化 学 基 本 计 算

李 洪 奎 编

吉林人民出版社出版

通辽教育印刷厂印刷

吉林省新华书店发行

*

1974年8月第1版 1974年8月第1次印刷

印数：1—35,000册

书号：7091·795 定价：0.26元

目 录

一、根据分子式的计算	(1)
(一)从分子式说起	(1)
(二)根据分子式计算分子量	(4)
(三)根据分子式计算化合物中各种元素的重量比	(4)
(四)根据分子式计算化合物中各种元素的重量百分比	(6)
二、根据化学方程式的计算	(10)
(一)化学方程式都表示哪些量的关系	(10)
(二)在计算中,要根据实际情况恰当的选择量的关系	(14)
(三)当涉及较多化学方程式的时候,如何使计算简捷而有 规律	(18)
三、未知数 x 在计算中的重要性	(29)
(一) x 在计算中的作用	(29)
(二)设什么为 x 与计算的简与繁	(33)
四、关于溶解度问题的计算	(36)
(一)什么是溶解度	(36)
(二)可遵循的计算规律	(37)
(三)关于饱和溶液由于蒸发溶剂或降低温度而析出晶体的 计算	(41)
五、有关溶液浓度的计算	(49)
(一)溶液的百分比浓度及其计算	(49)
(二)溶液的克分子浓度及其计算	(53)
六、有关气体体积的计算	(64)
(一)气体克分子体积 阿佛加德罗定律	(64)
(二)计算一定重量的气体在标准状况下的体积	(66)

(三)有关气体反应物和气体生成物的体积的计算	(67)
七、有关化肥含量的计算	(74)
(一)氮肥含量的计算	(74)
(二)磷肥含量的计算	(75)
(三)钾肥含量的计算	(76)

一、根据分子式的计算

(一) 从分子式说起

让我们用一道计算题做个开头语。

计算一下，在水里氢元素的重量占百分之几？

怎么计算呢？题目里什么数字都没有！为了弄清楚这个问题，必须从分子和分子式说起。

人们经过长时期研究，知道一切物质都是由肉眼看不见的微粒构成的。构成物质的最小单位在化学上叫分子，分子又由更小的单位原子组成。组成分子的原子，到现在已发现100多种。我们把同种的原子叫做元素，同时又给元素规定了表示符号，例如铁用Fe表示，铜用Cu表示，氧用O表示，氢用H表示。

如果一种物质的分子，是由同一种元素的原子组成，就把这种物质称为单质。我们熟悉的金、银、铜、铁，以及碳、氢、氧、氮等都是单质。如果一种物质的分子由几种元素的原子组成，就称它为化合物。

为了便于研究物质，我们利用元素符号来表示组成物质的分子里含有几种元素，每种元素各有几个原子。用元素符号来表示物质分子的组成的式子，叫做分子式。

③ 各种物质的分子式，是用实验的方法测定物质的组成而得出来的。拿水来说，经实验测定，每个水分子由氢元素和氧元素组成，含有两个氢原子和一个氧原子。因此，水的分

子式就用 H_2O 来表示。

从物质参加化学变化的角度来看，原子是最基本的小微粒。原子虽然很小，同样具有一定的重量，不过原子的重量太小了。如：

铁原子：0.000000000000000000000000927克，

碳原子：0.000000000000000000000000199克。

从上面的例子中可以看出，不同种原子的重量是不相同的。如果你亲自书写一下某原子实际重多少克的话，就会感到用克作单位来表示原子的重量太不方便了。

所以，在化学上采用碳单位来表示原子的重量。一个碳单位等于一种碳原子。 C^{12} 重量的 $1/12$ ，即

$$\frac{0.000000000000000000000000199\text{克}}{12}$$

$$= 0.000000000000000000000000166\text{克}。$$

这就是说，每有一个0.000000000000000000000000166克就是一个碳单位，那么铁原子是多少碳单位呢？它等于

$$\frac{0.000000000000000000000000927\text{克}}{0.000000000000000000000000166\text{克}} \approx 55.847 \approx 56(\text{碳单位})，$$

即铁的原子重量是56碳单位。而用碳单位来表示一个原子的重量叫做原子量。因此铁的原子量就是56碳单位，通常把碳单位省去，只说铁的原子量是56。

原子有重量，分子也自然有重量，因为分子是由原子组成的。分子的重量也用碳单位来表示。用碳单位来表示的物质的一个分子的重量叫做分子量。分子量等于组成它的所有原子重量的总和。拿水来说，一个水分子是由二个氢原子和一个氧原子组成的。氢的原子量是1，氧的原子量是16，所以水的分子量等于

$$1 \times 2 + 16 = 18$$

这样，开始所说的那道计算题，我们就可以从水的分子式中找到必要的计算数字，组成数学式，得出答案。

这个计算题告诉我们，掌握分子式所表示的意义，对作化学计算，是非常重要的。下面我们单独谈一谈分子式所表示的意义。

一般说来，分子式所表示的意义有五种。现在用我们熟悉的碳酸钠(面碱)的分子式 Na_2CO_3 做例子，列表说明如下：

分子式所表示的意义	以 Na_2CO_3 为例
1. 表示物质的一个分子	Na_2CO_3 代表一个碳酸钠分子
2. 表示物质是由几种元素组成的	由钠、碳、氧三种元素组成
3. 表示物质的一个分子里各种元素的原子数	含有2个钠原子，1个碳原子，3个氧原子
4. 表示物质分子的分子量	$23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106$
5. 表示组成物质的各种元素的重量比	钠元素：碳元素：氧元素 $= (23 \times 2) : 12 : (16 \times 3)$ $= 46 : 12 : 48$

从计算的角度看，上表中的4、5两点尤其重要。

综上所述，我们可以根据化合物的分子式计算的重量关系有：

- ①物质的分子量；
- ②化合物中各种元素的重量比；
- ③化合物中各种元素的重量百分比。

(二) 根据分子式计算分子量

根据分子式,可以计算出分子的重量,因为分子的重量,就是组成它的所有的原子重量(用原子量表示)的总和。所以,根据分子式计算分子量的方法,是把组成那种分子的所有原子的原子量都加起来。例如:

①根据水的分子式 H_2O ,可计算水的分子量等于

$$1 \times 2 + 16 = 18$$

②根据硫酸的分子式 H_2SO_4 ,可计算硫酸的分子量等于

$$1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$$

③根据氢氧化铝的分子式 $Al(OH)_3$,可计算氢氧化铝的分子量等于

$$27 + (16 + 1) \times 3 = 78$$

④根据硫酸铵的分子式 $(NH_4)_2SO_4$,可计算硫酸铵的分子量等于

$$(14 + 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132$$

(三) 根据分子式计算化合物中 各种元素的重量比

根据分子式计算化合物中各种元素的重量比的方法是:把分子式里各种元素的所有原子的重量(用原子量表示)加起来,然后列成比,这个比就是所求化合物中各种元素的重量比。

上述的计算方法是比较容易掌握的。但是还有一个问题需要我们更好的理解,为什么代表着一个分子的分子式里各

种元素的重量比等于那种化合物的各种元素的重量比？为了说明这个问题，我们来讲一个化学定律。

化学上有个定律，是专门研究化合物的各种元素之间的重量组成的。经过长时期研究发现：任何纯净的化合物都有固定的组成。这个定律叫做定组成定律。

这个定律是说：任何纯净的化合物，组成它的元素是固定的，各元素的重量比是固定的。这是因为每一种纯净的化合物都是由同一种分子构成的，而组成分子的每一种元素的原子都是有一定数目的，并且每一种元素的原子又具有一定的原子量。正因为纯净物质是由同一种分子构成的，所以任何重量的化合物的各种元素之间的重量比，一定等于它一个分子的各种元素的原子之间的重量比。懂得了这个道理，对理解这类计算问题是很有益处的。

〔例 1〕 计算水里氢元素和氧元素的重量比。

〔解〕 根据水的分子式 H_2O 可知，在每一个水分子里：

①两个氢原子的重量为： $1 \times 2 = 2$

②一个氧原子的重量为： $16 \times 1 = 16$

因此，水里氢元素和氧元素的重量比是 2:16 (或 1:8)。

〔例 2〕 计算四氧化三铁的铁元素和氧元素重量比。

〔解〕 根据四氧化三铁的分子式 Fe_3O_4 可知，在每一个四氧化三铁分子里：

①三个铁原子的重量为： $56 \times 3 = 168$

②四个氧原子的重量为： $16 \times 4 = 64$

因此，四氧化三铁里铁元素和氧元素的重量比为 168:64 (或 21:8)。

〔例 3〕 计算硫酸里氢元素、硫元素和氧元素的重量比。

〔解〕 根据硫酸的分子式 H_2SO_4 可知，在每一个硫酸

分子里：

①两个氢原子的重量为： $1 \times 2 = 2$

②一个硫原子的重量为： $32 \times 1 = 32$

③四个氧原子的重量为： $16 \times 4 = 64$

因此，硫酸里氢元素、硫元素和氧元素的重量比是
 $2 : 32 : 64$ （或 $1 : 16 : 32$ ）。

（四）根据分子式计算化合物中 各种元素的重量百分比

上面我们已经讲了根据分子式计算分子量、计算化合物中各种元素的重量比的问题。下面我们在此基础上谈谈根据分子式计算化合物中各种元素的重量百分比问题。

1. 根据分子式计算化合物中各种元素的重量百分比的计算方法

先根据分子式求出化合物的分子量，把求得的分子量做为总量，然后以这个总量为前提，找出所欲求的那种元素的量占总量的几分之几，再乘 100% 便得那种元素占化合物的重量百分比。例如：

〔例4〕 计算水里氢和氧的重量百分比。

〔解〕 根据水的分子式 H_2O 可知，水的分子量等于：

$$1 \times 2 + 16 = 18$$

在每一个分子中，氢占 $\frac{2}{18}$ 、氧占 $\frac{16}{18}$ 。因此在水里：

氢元素的重量百分比为： $\frac{2}{18} \times 100\% \approx 11\%$

氧元素的重量百分比为： $\frac{16}{18} \times 100\% \approx 89\%$
(或 $1 - 11\% = 89\%$)

答：在水里氢、氧的重量百分比为11%、89%。

〔例5〕 计算氧化铝里铝和氧的重量百分比。

〔解〕 根据氧化铝的分子式 Al_2O_3 可知，其分子量等于
 $27 \times 2 + 16 \times 3 = 102$

在一个分子中铝占 $\frac{54}{102}$ 、氧占 $\frac{48}{102}$ 。因此在氧化铝里：

铝的重量百分比为： $\frac{54}{102} \times 100\% \approx 52.94\%$

氧的重量百分比为： $\frac{48}{102} \times 100\% \approx 47.06\%$

(或 $1 - 52.94\% = 47.06\%$)

答：在氧化铝里，铝和氧的重量百分比为52.94%和47.06%。

2. 根据分子式计算化合物中各种元素的重量百分比的实际意义

利用某种元素在化合物中所占的百分比，可以计算出一定重量的化合物中所含该种元素的重量；可以从理论上计算出某重量化合物中可得到多少重量的单质；或者知道重量百分比之后，用其比较质量的优劣。可见，这一类计算，在生产和科学研究中都有实际意义。

〔例6〕 计算：①1吨磁铁矿（按纯 Fe_3O_4 计算）能制得多少公斤铁？②若某铁矿石含 Fe_3O_4 75%，那么，这种铁矿石含铁百分之几？

〔解〕 ①根据分子式 Fe_3O_4 可知，其分子量等于

$$56 \times 3 + 16 \times 4 = 232$$

在一个分子中，铁占 $\frac{168}{232}$ 。因此，在 Fe_3O_4 中：

$$\text{铁的重量百分比为：} \frac{168}{232} \times 100\% \approx 72.4\%$$

因此，在 1 吨即 1000 公斤 Fe_3O_4 中含铁的重量等于
 $1000 \text{ 公斤} \times 72.4\% = 724 \text{ 公斤}$

答：1 吨 Fe_3O_4 可制 724 公斤铁。

②根据题意，若有 100 分重量的某铁矿石，必含有 75 分重量的 Fe_3O_4 。再根据①题之解可知，在 Fe_3O_4 中铁占 72.4%，因此，75 分重量的 Fe_3O_4 中所含铁的量等于

$$75 \times 72.4\% = 54.3$$

上述计算结果说明，100 分重量的某铁矿石，含有 75 分重量的 Fe_3O_4 ，而 75 分重量的 Fe_3O_4 又含有 54.3 分重量的铁，因此，这种铁矿石中铁占 54.3%。

〔例 7〕氮肥的肥分高低，决定于氮肥含氮量的多少。试根据计算说明：碳酸氢铵与硝酸铵两种氮肥，哪一种肥分高（按纯净物计算）？

〔解〕根据碳酸氢铵的分子式 NH_4HCO_3 可知，其分子量等于

$$(14 + 4) + 1 + 12 + 16 \times 3 = 79$$

在一个分子中氮元素占 $\frac{14}{79}$ ，因此在碳酸氢铵中：

$$\text{氮的百分含量为：} \frac{14}{79} \times 100\% \approx 17.7\%$$

又，根据硝酸铵分子式 NH_4NO_3 可知，其分子量等于

$$(14 + 4) + 14 + 16 \times 3 = 80$$

在一个分子中，氮元素占 $\frac{28}{80}$ ，因此在硝酸铵中：

氮的百分含量为： $\frac{28}{80} \times 100\% = 35\%$

答：根据上述计算结果知道，硝酸铵含氮量35%，高于碳酸氢铵的含氮量17.7%。因此，从含氮量的角度上，硝酸铵分高。

练习一

1. 计算下列物质里各种元素的重量百分比：

① CaO ；② $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。（① $\text{Ca} \approx 71.43\%$ 、 $\text{O} \approx 28.57\%$ ，② $\text{N} \approx 21.21\%$ 、 $\text{H} \approx 6.06\%$ 、 $\text{S} \approx 24.24\%$ 、 $\text{O} \approx 48.48\%$ ）

2. 磁铁矿（按 Fe_3O_4 计算）、赤铁矿（ Fe_2O_3 ）和菱铁矿（ FeCO_3 ）各含铁百分之几？（72.41%、70%、48.28%）

3. 将某量红色铜矿石折算成 Cu_2O 为1吨，计算一下能冶炼出多少公斤铜？（888.9）

基 4. 硫酸铜晶体的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，计算硫酸铜晶体里铜、结晶水的重量百分含量。（提示：晶体里所含的定量的水叫做结晶水。如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 里就含有5个结晶水）（25.6%、36%）

5. 某铁矿石，含 Fe_2O_3 80%，其余是杂质。计算这种矿石含铁百分之几？（提示：在100分重量的该矿石中，必含80分重量的 Fe_2O_3 。那么，80分重量的 Fe_2O_3 里含有多少铁呢？此类问题不必求出具体的重量单位）（56%）

二、根据化学方程式的计算

根据化学方程式的计算，在化学工业生产和科学实验中，都具有指导作用。如，为了完成某个生产指标，需要多少原料，或库存的原料还可增产多少产品？这些问题，都要通过计算才能知道。知道这些数据，就能够充分利用和节约原料，这在计划生产里是非常重要的。

根据化学方程式进行计算的解题步骤：

- ①正确的写出化学方程式。
- ②根据题意和化学方程式，把有关物质的量（包括未知数 x ），写在有关分子式的下面。
- ③列比例式，进行计算，求得结果。

下面主要谈谈根据化学方程式进行计算的基础知识、基本规律以及分析问题和解决问题的思考方法。

（一）化学方程式都表示哪些量的关系

计算就是要讲“量”的问题，因此这里从“量”的问题开始谈起。

科学实验证明：参加反应的各种物质的总重量，等于反应后生成的各种物质的总重量。这个规律叫做物质不灭定律。科学实验还证明：化学反应中反应物相互间及反应物和生成物之间具有一定的重量比例。这个重量关系称为定比定律。一切化学反应都毫无例外地遵守这些定律。进行化学计

算的时候，也要依据这些定律。

所谓化学方程式，就是利用元素符号和分子式来表示化学反应的式子。化学方程式表示着许多有关化学反应的重要内容，概括起来有：①表示什么物质参加了反应，结果生成什么物质；②表示每有某些物质的几个原子或几个分子起了反应，就能够生成别的物质的几个原子或几个分子；③还表示参加反应的物质之间及反应物和生成物之间具有一定的重量比。

综上所述，从化学计算角度出发，我们应着重掌握在化学方程式里，所能表明的最基本的量的关系是：

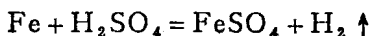
①反应前后物质的总重量不变。

②参加反应的物质和生成的物质之间有一定的重量比，以及反应物之间、生成物之间也都有一定的重量比。

掌握上述两点最基本的量的关系很重要。因为在进行计算的时候，就是要以这些量的关系做根据。

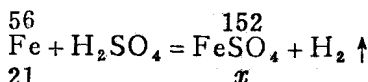
〔例1〕某工厂为了支援农业生产，利用铁屑和废硫酸制取防治农作物病害的硫酸亚铁。在他们的一次实验中，用21克铁与足量的酸完全反应，请计算一下能生成多少硫酸亚铁？

〔思考线索〕题目只给了一个已知数据21克，似乎还缺少一些计算数据。但是，也给了一个重要条件——“铁与足量的酸完全反应”，这样，就可以由铁跟硫酸反应的化学方程式



找反应物铁与生成物硫酸亚铁之间的重量比是56：152（即7：19）。这就是说，根据化学方程式可以得出这样的结论：凡是铁与足量的硫酸反应，已反应掉的铁与所生成的硫酸亚

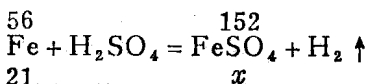
铁之间的重量比总是 56 : 152 (即 7 : 19)。所以这个重量比也就成了进行计算的重要而又不可缺少的数据。把这个重量比与已知的 21 克铁以及 x 克硫酸亚铁结合起来, 便得出如下量的关系:



$$56 : 152 = 21 : x$$

〔解〕 设 21 克铁屑与足量的酸完全反应, 可生成 x 克硫酸亚铁。

因为



所以

$$56 : 152 = 21 : x$$

$$x = \frac{152 \times 21}{56}$$

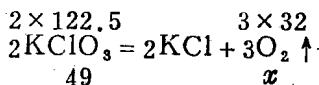
$$= 57(\text{克})$$

答: 能生成 57 克硫酸亚铁。

〔例 2〕 49 克纯氯酸钾, 加热完全分解后可制得多少克氧气?

〔解〕 设 49 克氯酸钾可分解出 x 克氧气。

因为



所以

$$(2 \times 122.5) : (3 \times 32) = 49 : x$$

$$x = \frac{3 \times 32 \times 49}{2 \times 122.5}$$

$$= 19.2(\text{克})$$

答：49 克氯酸钾完全分解可制得 19.2 克氧气。

〔小结〕 综上所述，在根据化学方程式的计算中，掌握参加反应的物质和生成的物质之间有一定的重量比，以及反应物之间、生成物之间也都有一定的重量比，这一最基本的量的关系是非常重要的。因为，根据化学方程式所表示的重量比，可以计算出参加反应的物质的重量，或反应后生成的物质的重量。

但是，在化学研究或化学工业生产里，有时要求采用特殊的量的单位——如克分子和克原子以及跟这两个概念有关的一些化学知识进行计算。这就要求我们不仅要掌握根据化学方程式所表示的重量比，而且还要掌握化学方程式所能表示的其他方面的量的关系。只有掌握化学方程式所能表示的各种量的关系，才能在计算的时候做到恰当、灵活、自如。

为了便于掌握这一计算，我们以锌与盐酸反应为例，将化学方程式所能表示的量的关系整理成一览表如下：

化学方程式所表示的量的关系	以锌与盐酸反应为例 $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
1. 重量比	65.4 36.5 × 2 101.9 2
2. 克分子数之比	1 2 1 1
3. 克分子数与重量之比	1 (克分子) 2 (克)
4. 克分子数与气体克分子体积之比	1 (克分子) 2 (克分子) 1 (克分子) 22.4 (升)
5. 重量与气体克分子体积之比	65.4 (克) 36.5 × 2 (克) 101.9 (克) 22.4 (升)