

解初中化学 计算题的钥匙

吕佳良 冯树三

中国少年儿童出版社

封面设计：董学军

插图：林继勋

责任编辑：毛红强

解初中化学计算题的钥匙

吕佳良 冯树三

*

中国少年儿童出版社出版 发行

景山学校印刷厂印刷 新华书店经销

*

787×1092 1/32 6.125印张 120千字

1991年7月北京第1版 1991年7月北京第1次印刷

印数1—20,000册 定价2.00元

内 容 提 要

本书针对初中化学计算题的重点、难点，系统地讲述了解化学计算题的方法、技巧和步骤。在对计算题进行详尽的分析中，精选了各类典型题例，示范性地展示了各种灵活多样的解法，对学解化学计算题有很好的指导作用。还对一些容易出错的计算题进行了对症分析，找出致错的关键所在，以提高解题的正确性。

全书以讲计算方法为主，同时也掺入和复习了一些概念，以巩固知识，为解题打基础。每一章后还附有思考练习题，书后附有参考答案。

目 录

第一章	原子量 分子量	
一	有关原子量、分子量的基本概念	1
二	解题要点分析	3
三	思考与练习	6
第二章	有关分子式的计算	
一	有关分子式计算的基本内容	7
二	解题要点分析	8
三	思考与练习	29
第三章	有关化学方程式的计算	
一	有关化学方程式计算的基本内容	31
二	解题要点分析	55
三	思考与练习	87
第四章	有关溶解度和百分比浓度的计算	
一	有关溶液的基本知识	89
二	解题要点分析	98
三	思考与练习	154
第五章	有关原子组成的计算	
一	有关原子组成的基本知识	165
二	解题要点分析	170
三	思考与练习	174
附录		182
答案		186

第一章 原子量 分子量

一 有关原子量、分子量的基本概念

进行化学计算，首先应熟悉和正确运用原子量、分子量等基本概念。清晰的概念是进行计算的关键。化学基本计算是化学基本概念的体现和应用，清晰的化学基本概念又是解化学计算题的钥匙。

(一) 原子量 (A)

1. 原子：原子是化学变化中的最小微粒，也是组成单质和化合物分子的最小微粒。

2. 原子的质量：原子极小，如可能将一亿个 (10^8 个) 氧原子排成一行，它们的总长度只有一厘米左右。足见，原子是极其渺小的。一粒小米虽小，有其一定的质量；同理，原子虽小，也有其本身的质量。由于原子的质量太小，所以它的质量一般不用通用的质量单位吨、千克或克来表示，因为这些单位对于表示原子的实际质量来说太大了，数值就必然极小，这在计算和使用时是极不方便的。如，碳原子的实际质量为 1.993×10^{-26} 千克。因而，人们在实际应用时都采用原子的相对质量——原子量。

3. 原子量 (A)：国际上是以一种碳原子 (原子核是 6 个质子和 6 个中子的碳—12 “ ^{12}C ”) 的实际质量的 $1/12$ 作标

准，其他原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该原子的原子量（缩写符号为A）。例如：

$$m_o = 1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}$$

$$m_o = 2.657 \times 10^{-26} \text{ 千克}$$

$$m_{F_o} = 9.288 \times 10^{-26} \text{ 千克}$$

$$m_H = 1.673 \times 10^{-27} \text{ 千克}$$

$$\text{原子量的标准} = \frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{12}$$

采用这个标准，碳、氧、铁、氢的原子量分别为：

$$A_C = \frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{\frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{12}} = 12$$

$$A_O = \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{\frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{12}} = 15.9994$$

$$A_{F_o} = \frac{9.288 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{\frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{12}} = 55.847$$

$$A_H = \frac{1.673 \times 10^{-27} \text{ 千克}}{\frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{12}} = 1.0079$$

由以上简单计算可知，原子量是没有单位的，是个比值。使用时可取用比较适当的近似值。如，氧为16、铁为56、

氢为1……但氯的原子量习惯上取用35.5，而不用35或36；铜的原子量63.5，却习惯上根据“四舍五入”的原则进上去为64。这其中并无什么道理，只是人们的习惯而已。

另外，为了提高解题的速度，一些常用元素的原子量最好要熟记。如H、C、N、O、Na、Mg、Al、P、S、Cl、K、Ca、Fe、Cu、Zn、Br、Ag、I和Ba等元素的原子量。其他不必强记，用时查表即可。

(二) 分子量 (M)

1. 分子：分子是保持物质化学性质的一种微粒。构成物质的微粒有许多种，而分子是构成物质微粒的一种。

2. 分子的质量：分子很小。如一滴水内约含15万亿亿个水分子 (1.5×10^{22} 个)，分子之小由此可见。当然分子的质量也是非常小的。如一个水分子的实际质量约为0.000,000,000,000,000,03千克，即 3×10^{-26} 千克。显然，使用时分子的实际质量也是非常不便的。

3. 分子量 (M)：分子由原子组成。物质的一个分子中各原子的原子量总和就是分子量。缩写符号为“M”。例如，碱式碳酸铜的分子量， $M_{\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3} = 64 \times 2 + (16 + 1)2 + 12 + 16 \times 3 = 222$ 。

二 解题要点分析

根据分子式可以算出物质的分子量。计算分子量，可以采用下面的步骤和形式。

例1：计算氯酸钾、硫酸铁的分子量。

思路：分子量即组成物质分子中各原子的原子量总和。

解:

	(1) 氯酸钾	(2) 硫酸铁
① 写分子式	KClO_3	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
② 用组成元素的原子量分别乘以原子个数	$\text{K} = 39 \times 1 = 39$ $\text{Cl} = 35.5 \times 1 = 35.5$ $3\text{O} = 16 \times 3 = 48$ (+	$2\text{Fe} = 56 \times 2 = 112$ $3\text{S} = 32 \times 3 = 96$ $12\text{O} = 16 \times 12 = 192$ (+
③ 相加, 求各元素原子量总和	$M_{\text{KClO}_3} = 122.5$	$M_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 400$

答: 氯酸钾、硫酸铁的分子量分别为122.5和400。

例 2: 计算蓝矾、硝酸的分子量。

思路: 计算某些常见化合物的分子量时, 对常见的原子团可以看做一个原子, 同时应记住它们原子团的“团量”或“根量”。诸如, $\text{OH}^- = 17$ 、 $\text{NH}_4^+ = 18$ 、 $\text{NO}_3^- = 62$ 、 $\text{SO}_4^{2-} = 96$ 、 $\text{CO}_3^{2-} = 60$ 、 $\text{SO}_3^{2-} = 80$ 及 $\text{PO}_4^{3-} = 95$ ……对晶体中的结晶水也可以整体看待, $\text{H}_2\text{O} = 18$ 、 $n\text{H}_2\text{O} = 18n$ 。这样可使计算更简便。题中的蓝矾为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 硝酸铵为 NH_4NO_3 。

解:

	(1) 蓝 矾	(2) 硝 铵
① 分子式	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	NH_4NO_3
② 原子量乘以相应的原子数	$\text{Cu} = 64 \times 1 = 64$ $\text{SO}_4^{2-} = 96 \times 1 = 96$ $5\text{H}_2\text{O} = 18 \times 5 = 90$ (+	$\text{NH}_4^+ = 18 \times 1 = 18$ $\text{NO}_3^- = 62 \times 1 = 62$ (+
③ 相加, 求总和	$M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 250$	$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 80$

答：蓝矾分子量为250；硝铵分子量为80。

例3：计算氧化铁、苛性钠、碳酸钙、绿矾及明矾的分子量。

思路：首先应熟悉以上物质的分子组成。其中一些给的是物质的俗名，它们的分子式分别为 Fe_2O_3 、 NaOH 、 CaCO_3 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 及 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。对组成较简单的物质可用心算法求得其分子量；组成复杂的用竖式计算，不易出错。

解：①氧化铁 (Fe_2O_3)： $M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 56 \times 2 + 16 \times 3 = 160$

②苛性钠 (NaOH)： $M_{\text{NaOH}} = 23 \times 1 + 17 \times 1 = 40$

③碳酸钙 (CaCO_3)： $M_{\text{CaCO}_3} = 40 + 60 = 100$

④绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ⑤明矾 [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$]

$$\text{Fe}^{2+} = 56 \times 1 = 56$$

$$\text{K}^+ = 39 \times 1 = 39$$

$$\text{SO}_4^{2-} = 96 \times 1 = 96$$

$$\text{Al}^{3+} = 27 \times 1 = 27$$

$$7\text{H}_2\text{O} = 18 \times 7 = 126 \quad (+)$$

$$2\text{SO}_4^{2-} = 96 \times 2 = 192$$

$$M_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 278$$

$$12\text{H}_2\text{O} = 18 \times 12 = 216 \quad (+)$$

$$M_{\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}} = 474$$

答：（略）。

例4：计算下列各物质的分子量总和：(1) 3O_2 ，(2) 2KClO_3 ，(3) 2KMnO_4 ，(4) $2[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ ，(5) 3NaOH 。

思路：首先求得相应物质的分子量，然后乘以分子式的系数，即为分子量之总和。

解：(1) $3\text{O}_2 = 3 \times 16 \times 2 = 96$

(2) $2\text{KClO}_3 = 2(39 + 35.5 + 16 \times 3) = 245$

(3) $2\text{KMnO}_4 = 2(39 + 55 + 16 \times 4) = 316$

(4) $2[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] = 2(40 + 96 + 2 \times 18) = 2 \times 172 = 344$

(5) $3\text{NaOH} = 3(23 + 17) = 120$

答：（略）。

例 5：计算相同数目的亚硫酸酐分子跟甲烷分子的质量之比。

思路：亚硫酸酐即二氧化硫气体(SO_2)，甲烷是 CH_4 ；等数目的两种分子的质量之比，就是两者分子量之比。所以应先求出两种气体物质的分子量，再求它们之间的最简整数比。

解：因为等分子数的 SO_2 与 CH_4 质量比即它们的分子量之比，所以 SO_2 与 CH_4 的质量比为：

$$m_{\text{SO}_2} : m_{\text{CH}_4} = M_{\text{SO}_2} : M_{\text{CH}_4} = 64 : 16 = 4 : 1$$

答：-(略)。

三 思考与练习

1. 计算下列物质的分子量：(1) 高锰酸钾，(2) 碳酸氢钙，(3) 十水碳酸钠，(4) 四氧化三铁，(5) 重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ ，(6) 氢氧化亚铁，(7) 氯化银，(8) 硫酸钡，(9) 碱式碳酸铜，(10) 硫酸铝。

2. 把下列化学式所代表物质的分子量总和填在表内。

化学式	3O_2	2NaHCO_3	2SO_2	3SO_2	$2\text{Cu}_2\text{O}$
分子量总和					
化学式	3SO_4^{2-}	$3\text{H}_3\text{PO}_4$	2FeCl_3	$2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4NH_3
分子量总和					

3. 有一种铅锡合金，其中每3个铅原子就有4个锡原子，求合金中铅跟锡的质量之比。

第二章 有关分子式的计算

一 有关分子式计算的基本内容

上一章，已讲过了根据分子式去求物质的分子量。因为分子式是表示某物质分子组成的化学式，它代表某物质的一个分子。根据分子式的计算，一般可分为以下五种类型。

(一) 有关分子式计算的基本类型

1. 求化合物中各元素的质量比；组成元素的百分含量；
2. 计算一定量化合物中含某元素的质量；
3. 计算含一定量某元素的化合物质量；
4. 计算不纯物质中某元素或某物质的质量百分率；
5. 根据氧化物或其他化合物通式的计算。

(二) 解题的要领

解题的关键是分清概念，思路正确和按规范化的格式要求来完成计算。

解题中关系式法是解初中化学计算的最基本、最常用的方法，非常重要。一般来说，解题可分为5个步骤。其中推导关系式、分析关系量是解题的依据。已知量和未知量可依题意在题中寻得，而它们是解题的条件，解题时，要把它们分别写在关系物的下边。最后，要把“关系量”与“已、未知”上下相比，列出比例式；比例式即是求未知量“x”的

数学式。以上内容可概括为：

关系式、关系量，
解题依据切莫忘，
已知未知是条件，
条件对着关系量，
上下相比成比例，
解得未知答完毕。

二 解题要点分析

(一) 求化合物中各元素的质量比；组成元素的百分含量

1. 求化合物中各元素的质量比的解题步骤

(1) 正确书写分子式；

(2) 把 1 分子中各元素原子个数归并在一起，分别计算它们各自原子量的总和；

(3) 把各元素原子量总和的值相比，并化简成最简单的整数之比。

例 1：求碳酸氢铵中各元素的质量比。

思路：首先写出碳酸氢铵的分子式： NH_4HCO_3 ，再分别计算出各元素原子量的总和（原子量乘以原子个数），最后计算它们的最简整数之比。

解： NH_4HCO_3 组成元素的质量比：

$$\begin{aligned}\text{N} : \text{H} : \text{C} : \text{O} &= 14 \times 1 : 1 \times 5 : 12 \times 1 : 16 \times 3 \\ &= 14 : 5 : 12 : 48\end{aligned}$$

答：（略）。

例2：计算硝酸铵中各元素的质量比。

思路：硝酸铵即硝酸铵，分子式为 NH_4NO_3 ，由分子式可知，其组成中既含铵态（ NH_4^+ ）氮原子，又含硝酸态（ NO_3^- ）氮原子。所以，1个 NH_4NO_3 分子中共含两个氮原子，这是解题时特别要注意的。

解： NH_4NO_3 组成元素的质量比：

$$\begin{aligned}\text{N} : \text{H} : \text{O} &= 14 \times 2 : 1 \times 4 : 16 \times 3 = 28 : 4 : 48 \\ &= 7 : 1 : 12\end{aligned}$$

答：（略）。

2. 求化合物中组成元素百分含量的解题步骤：

- (1) 正确书写分子式；
- (2) 计算分子量；
- (3) 根据分子式计算某元素的原子量总和；
- (4) 代入公式，进行计算（以R表示某元素），

$$R\% = \frac{\text{R的原子量} \times \text{R的原子个数}}{\text{化合物的分子量}} \times 100\%。$$

例1：计算组成甲烷的各元素的质量百分率。

思路：甲烷分子式为 CH_4 ，不难求出它的分子量，然后分别求出组成元素的原子量总和，代入公式即可求得各元素的百分率。

解：分别计算C、H在 CH_4 中的质量百分率

$$\textcircled{1} \text{ C}\% = \frac{\text{C}}{\text{CH}_4} \times 100\% = \frac{12}{16} \times 100\% = 75\%$$

$$\textcircled{2} \text{ H}\% = \frac{4 \text{ H}}{\text{CH}_4} \times 100\% = \frac{4}{16} \times 100\% = 25\%$$

答：（略）。

例2：计算硝酸铵中铵根及氮的百分含量。

思路：计算化合物中某元素的百分含量，也包括组成中“原子团”、“根”或“结晶水”的百分含量，计算时可以把它们看做“1个原子”，如本题中 NH_4NO_3 的“ NH_4^+ ”，把“ NH_4 ”当做1个整体看待。 NH_4^+ 的根量为18； NO_3^- 的根量为62。

解： $M_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 18 + 62 = 80$ 。

分别设 NH_4^+ 及N的百分含量为 x 、 y 。

$\text{NH}_4\text{NO}_3 \sim \text{NH}_4^+ \sim 2\text{N}$

$$\frac{80}{100} = \frac{18}{x} = \frac{28}{y}$$

$$\therefore x = \frac{18 \times 100}{80} = 22.5(\%) \quad y = \frac{28 \times 100}{80} = 35(\%)$$

例1所用的计算公式，实际是根据关系式法列比例推导得出的。有时，直接用关系式法解题更简便。

答：（略）。

例3：计算蓝矾含结晶水的质量百分率。

思路：解题原理同上题基本一致。本题中的结晶水当做一个整体去处理，依据分子式去计算就可以了。

解：蓝矾为五水硫酸铜： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

$M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 64 + 96 + 18 \times 5 = 250$

$$\begin{aligned} \therefore \text{H}_2\text{O}\% &= \frac{5\text{H}_2\text{O}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \times 100\% = \frac{90}{250} \times 100\% \\ &= 36\% \end{aligned}$$

答：（略）。

例4：计算重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 中，五氧化二磷的

百分含量。

思路：重过磷酸钙是一种极好的磷肥，在磷肥中通常以 P_2O_5 的百分率表示它的有效成份的含量。 $Ca(H_2PO_4)_2$ 也可以用氧化物形式表示为： $CaO \cdot P_2O_5 \cdot 2H_2O$ 。显然，一分子 $Ca(H_2PO_4)_2$ 含有一分子的 P_2O_5 ，即 $Ca(H_2PO_4)_2 \sim P_2O_5$ 。

解： $M_{Ca(H_2PO_4)_2} = 40 + 97 \times 2 = 234$ ，设 $P_2O_5\%$ 为 x ，

$\therefore Ca(H_2PO_4)_2 \sim P_2O_5$

$$\frac{234}{100} = \frac{142}{x}$$

$$\therefore x = \frac{142 \times 100}{234} = 60.68(\%)$$

答：（略）。

例 5：有一种不纯的钾肥，其中含 KCl 为 80%，计算钾肥中相当于折合的 K_2O 的百分含量。

思路：在钾肥中计算有效成份含量时，通常以相当于折合的 K_2O 的百分含量来表示，关系式为：

$$\text{钾肥中含折合的 } K_2O \text{ 百分率} = \frac{\text{每个钾肥分子中的钾折合成氧化钾的量}}{\text{钾肥分子量}} \times 100\%$$

由 KCl 与 K_2O 的分子式可推导出它们的关系式为： $2KCl \sim K_2O$ ，然后根据关系式计算出关系量，用比例法去解题。

解：设 KCl 相当于 K_2O 的百分率为 x 。

$\therefore 2KCl \sim K_2O$

$$\frac{149}{80\%} = \frac{94}{x}$$

$$\therefore x = 50.47\%$$

答：（略）。

例 6: 某磁铁矿 (Fe_3O_4) 5000吨, 经分析得知其中含铁为2172.5吨。求矿石中 Fe_3O_4 的百分含量。

解法一: 公式法

$$(1) \text{Fe在}\text{Fe}_3\text{O}_4\text{中的百分率} = \frac{3\text{Fe}}{\text{Fe}_3\text{O}_4} \times 100\% = \frac{168}{232} \times 100\%$$

$$= 72.41\%$$

$$(2) \text{Fe在矿石中的百分率} = \frac{2172.5}{5000} \times 100\% = 43.45\%$$

$$(3) \text{Fe}_3\text{O}_4\text{在矿石中的百分率} = \frac{\text{不纯样品中元素的百分率}}{\text{纯净物中元素的百分率}} \times 100\%$$

$$\therefore \text{Fe}_3\text{O}_4\% = \frac{43.45\%}{72.41\%} \times 100\% = 60.01\%$$

解法二: 关系式法 设x吨纯 Fe_3O_4 中含铁2172.5吨。

$$\because \text{Fe}_3\text{O}_4 \sim 3\text{Fe}$$

$$\frac{232}{x} = \frac{168}{2172.5}$$

$$\therefore x = \frac{232 \times 2172.5}{168} = 3000.12 \text{ (吨)}$$

$$\text{则矿石中含}\text{Fe}_3\text{O}_4\text{的百分率} = \frac{3000.12}{5000} \times 100\% = 60.00\%$$

答: (略)。

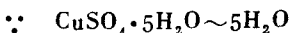
(二) 计算一定量化合物中含某元素的质量

$$\text{数学式: } \begin{array}{l} \text{一定量化合物} \\ \text{某元素的质量} \end{array} = \text{化合物质量} \times \frac{\text{化合物分子含某元素原子量总和}}{\text{化合物的分子量}}$$

例 1: 75克蓝矾中含有结晶水多少克?

思路：蓝矾是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，计算时可把结晶水“ $5\text{H}_2\text{O}$ ”看成是一种“元素”，然后代入公式去计算，或用比例法解题。

解法一：关系式法 设75克蓝矾中含结晶水 x 克。



$$\frac{250}{75} = \frac{90}{x}$$

$$\therefore x = \frac{75 \times 90}{250} = 27 \text{ (克)}$$

解法二：公式法

$$\therefore \text{某元素质量} = \text{化合物质量} \times \frac{\text{某元素(或成份)原子量总和}}{\text{化合物分子量}}$$

$$\begin{aligned} \therefore 75 \text{ 克蓝矾含结晶水质量} &= 75 \times \frac{5\text{H}_2\text{O}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \\ &= 75 \times \frac{90}{250} = 27 \text{ (克)} \end{aligned}$$

答：(略)。

例2：从含 Fe_2O_3 为85.90%的200吨赤铁矿中能炼得纯铁多少吨？

思路：本题有两点值得注意：

(1) 所给的物质是不纯的，矿石的量给了，矿石含 Fe_2O_3 的百分率给了，这即可求出纯 Fe_2O_3 的质量： $200 \times 85.90\% = 171.8$ (吨)。

(2) 题目中所给单位是“吨”而不是“千克”或“克”，应用比例式法解题时，单位不一定非统一不可；比例式中前