

中学化学计算题解法

ZHONGXUEHUAXUEJISUAN
TJIEFA

河南人民出版社

中学化学计算题解法

李如锦 赵连柱

赵保芳 杜学温 辛 文

河南人民出版社

责任编辑 王春林

中学化学计算题解法

李如锦 赵连柱

赵保芳 杜学温 辛 文

河南人民出版社出版

河南许昌地区印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 10.375印张 203千字

1980年8月第1版 1980年8月第1次印刷

印数1——58,500册

统一书号7105·128 定价0.72元

编 者 的 话

为了帮助中学生掌握化学计算的原理和方法，提高学生定量分析和解决问题的能力，编者根据《中学化学教学大纲》的要求，编写了这本《中学化学计算题解法》。

本书对中学化学计算作了分门别类的系统介绍。内容编排注意了由浅入深、由简到繁，着重于引导读者掌握化学计算的原理、要领和方法，故有别于一般的化学“题解”。书中各章节，首先扼要介绍了必要的准备知识，并对该章、节涉及的有关计算原理和方法作了概括分析，然后通过典型例题具体介绍各种解法。在例题中有提示、题意分析，而且强调了计算方法步骤的规范化，指出了解题时应注意的问题和易出现的错误。大部分例题列举了多种解法，以使读者开阔思路。各章之后附有甲、乙两组练习题，甲组为基础知识练习，乙组为难度较大的综合题。书后附有习题答案和常用表，便于查用。

限于编者水平，难免有纰缪挂漏之处，恳请读者批评指正。

本书承我省特级化学教师杨辉同志悉心审阅，在此表示感谢。

编 者

一九八〇年八月

目 录

第一章 有关分子式的计算	(1)
第一节 元素质量比的计算	(2)
第二节 物质的百分组成	(3)
第三节 已知化合物的质量求某元素的质量	(6)
第四节 已知某元素的质量求化合物的质量	(8)
第五节 物质互换的计算	(14)
第六节 有关摩尔的计算	(18)
第七节 有关克当量的计算	(24)
第八节 有关分子式的综合计算	(31)
练习一	(37)
第二章 根据化学方程式的计算	(41)
第一节 关于反应物或生成物量的计算	(42)
第二节 多步反应的计算	(49)
第三节 反应物过量的计算	(54)
第四节 含有杂质的计算	(61)
第五节 生产率和利用率的计算	(66)
第六节 综合计算	(67)
练习二	(90)
第三章 有关气体的计算	(96)
第一节 根据分子式求气体的体积	(97)

第二节	根据化学方程式求气体的体积	(105)
第三节	非标准状况下关于气体的计算	(114)
第四节	气态物质分子量的计算	(121)
第五节	气态物质分子式的确定	(121)
第六节	综合计算	(133)
练习三		(156)
第四章	有关溶液的计算	(165)
第一节	有关溶解度的计算	(165)
第二节	百分比浓度的计算	(193)
第三节	摩尔浓度的计算	(206)
第四节	当量浓度的计算	(219)
第五节	溶液的综合计算	(230)
练习四		(240)
第五章	化学平衡和热化学计算	(248)
第一节	关于反应速度的计算	(248)
第二节	关于化学平衡的计算	(252)
第三节	有关电离度的计算	(260)
第四节	有关电离平衡的计算	(264)
第五节	有关水的离子积的计算	(268)
第六节	有关pH值的计算	(270)
第七节	有关溶度积的计算	(279)
第八节	热化学计算	(284)
练习五		(294)
附 录		(302)
I、练习题答案		(302)
II、某些物质在水里的溶解度表		(311)

Ⅲ、常见酸、碱、盐的密度和浓度对照表·····	(315)
Ⅳ、电离常数表·····	(322)
V、溶度积常数·····	(322)
Ⅵ、某些物质的标准生成热·····	(323)
Ⅶ、一些有机化合物的燃烧热·····	(324)
Ⅷ、国际原子量表·····	(325)

第一章 有关分子式的计算

有关分子式的计算，是化学计算中最基础的知识。虽然本章所列举的例题和解法看来比较简单，但却是不可忽视的，因为以后各章的计算都以此为基础。对初学者来说，这一章内容应当认真学习。

科学实验证明，任何纯净的化合物，不管它的来源如何，其各组分元素间的量都有一定的比例。化学上用元素符号表示物质分子组成的式子叫做分子式。分子式代表着纯净物质里各元素间的定性和定量关系。下面以水的分子式“ H_2O ”为例来说明分子式所表示的各种意义。

分子式具有的意义	以 H_2O 为例
1. 表示物质的一个分子	1. 一个水分子
2. 表示物质的组成元素	2. 水由氢和氧两种元素组成
3. 表示物质一个分子中各元素的原子个数	3. 一个水分子中含有两个氢原子和一个氧原子
4. 表示物质的分子量	4. 水的分子量 $= 1.008 \times 2 + 16.00 = 18.016$
5. 表示物质中各组成元素的质量比	5. 水组成中氢：氧 $= 1.008:8$

应当注意，物质的分子式，是通过实验测定出来的，要正确地书写，不能主观想象和凭空臆造。

反映客观实际的物质的分子式，代表着组成物质诸元素间的各种关系，因此我们就可以根据物质的分子式进行涉及物质组成的各种量的计算。这是今后进行其他化学计算的基础。

第一节 元素质量比的计算

为了对组成物质的各元素的量进行比较，常常先计算出组成它的各元素的质量比。化合物中各元素的质量比，就是组成该化合物的分子中各元素的质量比。因此我们可以根据分子式先算出其中各元素的质量，然后再求出各元素质量的比值（化为最简整数比值）。

例1. 求碳酸钙（ CaCO_3 ）中各元素的质量比。

〔提示〕首先根据分子组成和原子量求出碳酸钙中各组成元素的质量，然后再计算其质量比。

解：一个 CaCO_3 分子中，各元素的含量为：

$$\text{Ca}=40, \text{C}=12, \text{O}=16 \times 3 = 48$$

所以碳酸钙中各元素的质量比为：

$$\text{Ca}:\text{C}:\text{O}=40:12:(16 \times 3)=10:3:12$$

答：组成碳酸钙分子的元素钙、碳、氧的质量比为10:3:12。

例2. 求硝酸铵与其所含氮的质量比。

解： NH_4NO_3 的分子量为80，其中氮元素占 $14 \times 2 = 28$

$$\therefore \text{NH}_4\text{NO}_3:2\text{N}=80:28=20:7$$

答：硝酸铵与其所含氮的质量比为20:7。

例3. 求碳酸钙与其所含CaO的质量比。

〔提示〕 CaCO_3 的分子组成相当于 $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ 。这里可以看出，一个 CaCO_3 分子中相当于含一个分子的CaO。本题的计算原理和方法与上题相同，只要把“CaO”当作一个整体看待来进行计算就行了。

解： CaCO_3 的分子量为100，其中CaO为56

$$\therefore \text{CaCO}_3 : \text{CaO} = 100 : 56 = 25 : 14$$

答：碳酸钙中 CaCO_3 和CaO的质量比是25:14。

例4. 计算 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中 CuSO_4 与结晶水的质量比。

〔提示〕本题计算时可以把结晶水“ $5\text{H}_2\text{O}$ ”当作一个整体来处理，计算方法同例3。

解： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

$$160 \quad 5 \times 18 = 90$$

$$\therefore \text{CuSO}_4 : \text{结晶水} = 160 : 90 = 16 : 9$$

答：在 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中 CuSO_4 与结晶水的比为16:9。

第二节 物质的百分组成

物质的百分组成指这个物质中各元素的百分含量分别是多少。通常我们所说的求某化合物的质量百分组成、质量百分数、质量百分比，以及含某元素的百分率等都是这个意思。

元素在化合物里的百分含量，就是化合物里某元素的质

量对化合物分子量的比用百分数来表示。

$$\text{某元素的百分含量} = \frac{\text{元素的原子量} \times \text{该元素的原子个数}}{\text{化合物的分子量}} \times 100\%$$

利用以上关系式就可以求得某元素在化合物中的百分含量。也可用比例法来进行百分含量的计算。

例5. 求水的百分组成。

解： H_2O 的分子量为18，其中含氢量为 $2 \times 1 = 2$ ；含氧量为16。

$$\therefore \text{氢在水中占的百分率} = \frac{2}{18} \times 100\% = 11.1\%$$

$$\text{氧在水中占的百分率} = \frac{16}{18} \times 100\% = 88.9\%$$

或者当计算出氢的百分率后，这样计算氧占的百分率：

$$\text{氧在水中占的百分率} = 100\% - 11.1\% = 88.9\%$$

答：水的百分组成是氢占11.1%；氧占88.9%。

例6. 求氯化铵里含氮百分之几？

〔提示〕 NH_4Cl 的组成相当于 $\text{NH}_3 \cdot \text{HCl}$ ，即1分子 NH_4Cl 里相当于含1个 NH_3 分子。这里将“ NH_3 ”作一个整体来看待。

解： NH_4Cl 的分子量为53.5， NH_3 的分子量为17。

$$\therefore \frac{17}{53.5} \times 100\% = 31.8\%$$

答：氯化铵中含氮为31.8%。

例7. 求磷酸二氢钙中含五氧化二磷的百分率。

〔提示〕磷酸二氢钙的分子式为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ，其组成相当于 $\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。可以看出1分子 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 中含相当于1分子的 P_2O_5 。计算方法和例6完全一样。

解： $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 的分子量是234， P_2O_5 的分子量为142。

$$\therefore \frac{142}{234} \times 100\% = 60.7\%$$

答：磷酸二氢钙中含 P_2O_5 为60.7%。

〔应注意的问题〕在遇到以上问题时，能否把一物质的分子式用几个简单的分子式来表示是一个关键。有时也可以不这样处理，而从分子中所含某元素的原子个数出发，找出也含有这些原子数的某化合物的分子数进行计算。如：

(1) CaHPO_4 分子中含1个P原子，而1个 P_2O_5 分子中含2个P原子，所以2分子 CaHPO_4 中相当于含1个 P_2O_5 分子。

(2) KNO_3 分子中含1个钾原子，所以2个 KNO_3 分子中相当于含1分子的 K_2O 。

(3) KCl 分子中虽然不含氧元素，但2个分子 KCl 中同样含2个钾原子。所以也同样把2个 KCl 分子看成相当于含1个分子的 K_2O 。

在化肥的分析中，常用 K_2O 或 P_2O_5 的含量多少来表示钾肥或磷肥的有效成分，因此常用到以上计算方法。

第三节 已知化合物的质量

求某元素的质量

由例2的计算知道，每20份硝酸铵里含有7份氮元素，那么40份硝酸铵里，就一定含有14份氮元素。可见化合物的质量与它所含某元素的质量成正比。如果已知化合物的质量，利用这种正比关系，就能确定所含某元素的质量。

还可以根据已知化合物中某元素的百分含量，求出一定量的该化合物中某元素的质量。

元素的质量 = 化合物的质量 × 含某元素的百分率

例8. 某试验田施硫酸铵33公斤，问施了多少公斤氮素？

方法一

解：设33公斤硫酸铵里含 x 公斤氮素。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的分子量为132，其中含氮 $2 \times 14 = 28$ ，

则 $33:132 = x:28$

$$\therefore x = \frac{33 \times 28}{132} = 7 \text{ (公斤)}$$

答：施的氮素为7公斤。

方法二

解： $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 里含氮素的百分率为：

$$\frac{2 \times 14}{132} \times 100\% = 21.2\%$$

$$33 \times 21.2\% = 7 \text{ (公斤)}$$

答：施的氮素为7公斤。

例9. 40公斤氧化铁中含铁和氧各多少公斤？

解：设40公斤氧化铁中含铁 x 公斤。 Fe_2O_3 的分子量为160，其中含铁112，

则 $40:160 = x:112$

$$\therefore x = \frac{40 \times 112}{160} = 28 \text{ (公斤)}$$

含氧： $40 - 28 = 12$ (公斤)

答：40公斤氧化铁里含铁28公斤，含氧12公斤。

例10. 20吨含 CaCO_3 90% 的石灰石含纯氧化钙多少吨？

〔提示〕20吨石灰石为不纯物，应首先求出纯 CaCO_3 的质量，然后再求出氧化钙的量。

解：石灰石中含纯 CaCO_3 的质量为：

$$20 \text{ 吨} \times 90\% = 18 \text{ 吨}$$

CaCO_3 的分子量为100，其中 CaO 占56。设18吨 CaCO_3 含氧化钙为 x 吨，

则 $100:18 = 56:x$

$$\therefore x = \frac{18 \times 56}{100} = 10.08 \text{ (吨)}$$

答：20吨含 CaCO_3 90% 的石灰石中含氧化钙为10.08吨。

例11. 某赤铁矿含 Fe_2O_3 80%，求该赤铁矿含铁的百分率。

〔提示〕根据题意知道100克赤铁矿中含80克 Fe_2O_3 ，而这80克 Fe_2O_3 中含铁的量实际就是100克矿石中含的铁。因

此只要求出80克 Fe_2O_3 中含铁的量本题就解决了。

解：100克赤铁矿中含氧化铁： $100 \times 80\% = 80$ (克)，设80克 Fe_2O_3 中含铁为 x 克。

Fe_2O_3 的分子量为160，其中含铁112，

则 $80:160 = x:112$

$$\therefore x = \frac{80 \times 112}{160} = 56 \text{ (克)}$$

矿石含铁百分率： $\frac{56}{100} \times 100\% = 56\%$

答：该赤铁矿含铁56%。

〔应注意的问题〕题中要求计算的是赤铁矿中含铁的百分率，而不是氧化铁中含铁的百分率。

第四节 已知某元素的质量

求化合物的质量

这类问题的解法和上一节基本相同，所不同的只是已知的是化合物中某元素的质量，而所求的是化合物的质量。仍根据化合物的质量与它所含元素的质量成正比的关系，从已知某元素的质量，利用比例法就可以计算出含该元素的化合物的质量了。

例12. 某试验田里要施5公斤氮素，需施碳酸氢铵多少公斤？

〔提示〕 本题实际是计算多少公斤碳酸氢铵中含5公斤氮素。由分子式 NH_4HCO_3 可知79份 NH_4HCO_3 中含氮素为

14份，那么多少公斤的 NH_4HCO_3 中含有5公斤氮呢？可列比例式求解。

解：79份 NH_4HCO_3 中含14份氮素，

设 x 公斤 NH_4HCO_3 中含5公斤氮素，

则 $79 : x = 14 : 5$

$$\therefore x = \frac{79 \times 5}{14} = 28.2 \text{ (公斤)}$$

答：需施碳酸氢铵28.2公斤。

例13. 国家统计局公布1978年我国化肥的产量为869.3万吨（按有效成分计算）。若所产化肥全部为氮肥，问折合纯氨和硫酸铵各为多少万吨？

〔分析〕氮肥的有效成分是用化肥中含氮素的量表示的。若869.3万吨化肥全部看成是氮肥时，即指全年生产的各种氮肥中共含有869.3万吨氮素。把这么多氮素折合为纯净的氨或硫酸铵的计算方法有两种：（1）列比例式求解，（2）先计算纯氨或硫酸铵中氮占的百分比，再由已知氮素的量求出相当的氨和硫酸铵的量。

方法一

解： NH_3 的分子量为17，其中含氮为14，那么设 x 万吨的氨中含有869.3万吨氮素，

$$17 : x = 14 : 869.3$$

$$\therefore x = \frac{17 \times 869.3}{14} = 1055.6 \text{ (万吨)}$$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的分子量为132，其中含氮为28。那么 y 万

吨的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中含有869.3万吨的氮素,

$$132:y=28:869.3$$

$$\therefore y = \frac{132 \times 869.3}{28} = 4098.1 \text{ (万吨)}$$

答:若生产的化肥全部为氮肥,可折合为纯净氮1055.6万吨或硫酸铵4098.1万吨。

方法二

$$\text{解: 纯氮中含氮量为: } \frac{14}{17} \times 100\%$$

$$\text{纯硫酸铵中含氮量为 } \frac{28}{132} \times 100\%$$

869.3万吨氮素折合为氮和硫酸铵的量:

$$\begin{aligned} 869.3 \div \frac{14}{17} \times 100\% &= 869.3 \times \frac{17}{14} \times 100\% \\ &= 1055.6 \text{ (万吨)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 869.3 \div \frac{28}{132} \times 100\% &= 869.3 \times \frac{132}{28} \times 100\% \\ &= 4098.1 \text{ (万吨)} \end{aligned}$$

答:可折合成纯净的氮1055.6万吨或折合为硫酸铵4093.1万吨。

〔应注意的问题〕(1)题中所给化肥的量已指明按有效成分计算,若全部看成是氮肥时,即为所折合的纯氮素的量。(2)在两种解法中第一种方法较易理解,第二种方法系根据分数运算中的由部分求全体的分数除法,切记不要按乘法计算。