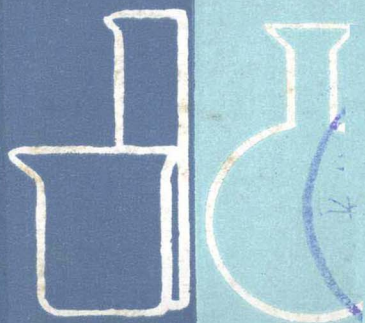


中学化学计算



ZHONGXUEHUAXUE
JISUAN
BAITI
DUOJIEFA

百题多解法

广西教育出版社

中学化学计算百题多解法

赵仰祚

广西教育出版社

中学化学计算百题多解法

赵 仰 程

广西教育出版社出版

(南宁市七一路7号)

广西新华书店发行 南宁市红旗印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/32 9.5印张 210千字

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数 1—23,400册

统一书号: 7510·110 定价: 1.50元

ISBN 7-5435-0142-2

G·110

前 言

化学计算是中学化学的重要内容之一。学生通过化学计算，可以从量的方面理解物质及其变化规律，并获得化学计算的基本技能。

本书根据国家教育委员会最新颁布的高中化学教学大纲和现行中学化学课本，选编了一百道不同类型的典型计算题，进行一题多解的示范，以期帮助中学生掌握化学计算的规律，提高化学计算的技能，开拓思路，发展智力，提高分析问题和解决问题的能力。本书可作中学生的课外读物，亦可供自学青年学习和中学化学教师教学参考。

本书承蒙广西师范大学、广西大学有关同志认真审阅，并提出不少宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于本人水平有限，书中缺点、错误一定不少，恳请读者批评指正。

编者

1986.12

目 录

第一章	有关化学方程式的计算·····	(1)
第二章	溶解度和溶液浓度的计算·····	(81)
第三章	当量、原子量和物质的量的计算·····	(144)
第四章	分子量和分子式的计算·····	(194)
第五章	气体的计算·····	(244)
第六章	化学平衡和电离平衡的计算·····	(270)

第一章 有关化学方程式的计算

化学方程式是用分子式表示化学反应的式子，它反映化学变化的客观事实，遵循质量守恒定律。

化学方程式表示物质变化时质和量的关系。质的方面是指由哪些物质参加化学反应，结果生成了哪些物质；量的方面是指各反应物之间，生成物之间，反应物与生成物之间的分子数、物质的量、质量和气体体积（标准状态）之间的变化。下面以CO氧化为CO₂为例，说明各物质之间的数量关系。

	$2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$		
分子数	2	1	2
物质的量	2	1	2
质量	56	32	88
体积（22.4×2）升	22.4升		（22.4×2）升
（标准状态）			

根据化学方程式中各物质间的数量关系可作多种化学计算。

根据化学方程式计算的基本步骤是：

- 1、写出与题目有关的化学方程式；
- 2、根据题目计算有关分子量。写在分子式下面，并把已知数和未知数“x”也分别写在分子式的下面；
- 3、列式进行计算；

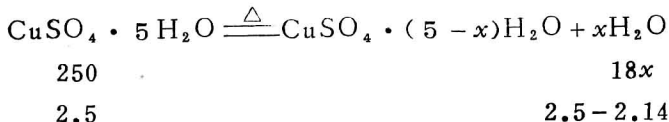
4、最后验算答案是否正确，并写出答案。

【例1】将2.5克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 加热失去一部分结晶水后剩下2.14克。求残余物的分子式。

解法一

分析 设未知数表示失去的结晶水数，则残余物的分子式可表示出来，失去的结晶水的质量也可表示出来，然后写出化学方程式，根据方程式列式计算。

解 设失去了 x 个结晶水，则残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot (5-x)\text{H}_2\text{O}$ ，失去的结晶水的质量为 $18x$ 克。



$$250 : 2.5 = 18x : 0.36$$

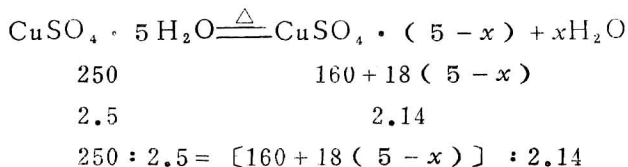
$$x = \frac{250 \times 0.36}{2.5 \times 18} = 2$$

答：残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

解法二

分析 设未知数表示失去的结晶水数，则残余物的分子式可表示出来，残余物的分子量也可表示出来，然后写出化学方程式，根据化学方程式列式求解。

解 设失去了 x 个结晶水，则残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot (5-x)\text{H}_2\text{O}$ ，残余物的分子量为 $160 + 18(5-x)$ 。



解之 $x = 2$

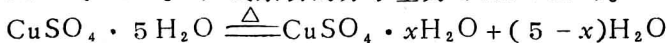
∴残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答：（略）

解法三

分析 设未知数表示残余物分子中的结晶水个数，则残余物的分子式可表示出来，残余物的分子量也可表示出来，然后写出化学方程式，根据化学方程式列式求解。

解 设残余物分子中的结晶水数为 x ，则残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，残余物的分子量为 $(160 + 18x)$ 。



$$250 \qquad 160 + 18x$$

$$2.5 \qquad 2.14$$

$$250 : 2.5 = (160 + 18x) : 2.14$$

解之 $x = 3$

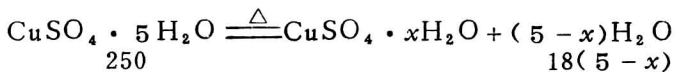
∴残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答：（略）。

解法四

分析 设未知数表示残余物分子中的结晶水个数，则残余物的分子式可表示出来，加热失去的结晶水数及失去的结晶水质量都可表示出来，然后写出化学方程式，根据化学方程式列式求解。

解 设残余物分子中的结晶水数为 x ，则残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，加热失去的结晶水数为 $(5 - x)\text{H}_2\text{O}$ ，失去的结晶水质量为 $18(5 - x)$ 克。



$$250$$

$$18(5 - x)$$

$$2.5$$

$$2.5 - 2.14$$

$$250 : 2.5 = 18 (5 - x) : 0.36$$

$$\text{解之} \quad x = 3$$

∴ 残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 。

答：（略）

解法五

分析 先求出 2.5 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 中含 CuSO_4 的质量，残余物的质量减去 CuSO_4 的质量，即为残余物中含结晶水的质量，然后进一步求出残余物中 CuSO_4 与结晶水的摩尔数比，即可写出分子式。

解 2.5 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 中含 CuSO_4 的质量为：

$$2.5 \times \frac{160}{250} = 1.6 \text{ (克)}$$

残余物中含结晶水的质量为：

$$2.14 - 1.6 = 0.54 \text{ (克)}$$

残余物中 CuSO_4 与结晶水的摩尔数比为：

$$\text{CuSO}_4 : \text{H}_2\text{O} = \frac{1.6}{160} : \frac{0.54}{18} = 1 : 3$$

∴ 残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 。

答：（略）

解法六

分析 根据质量守恒定律可知，残余物的质量与加热失去的结晶水的质量之和等于 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 的质量。根据这一关系列式可求出 2.5 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 加热失去的结晶水的摩尔数，进一步可求出 250 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ （即 1 摩尔 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ）加热失去的结晶水的摩尔数。

解 设 2.5 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 加热失去结晶水的摩尔数

为 x_1 ，根据质量守恒定律则有：

$$2.14 + 18x_1 = 2.5$$

$$18x_1 = 0.36$$

$$x_1 = 0.02 \text{ (摩尔)}$$

又设250克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (即1摩尔 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
加热失去的结晶水摩尔数为 x_2 ，则：

$$250 : 2.5 = 0.02 : x_2$$

$$x_2 = 2$$

∴残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答：(略)

解法七

分析 先求出 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中结晶水的百分含量，再
求出加热失去的结晶水的百分含量，因为失去的结晶水个数
与失去的结晶水的百分含量成正比，根据这个道理可列式解
出失去的结晶水个数。

解 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中含结晶水的百分含量为：

$$\frac{5\text{H}_2\text{O}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \times 100\% = \frac{90}{250} \times 100\% = 36\%.$$

失去的结晶水的百分含量为：

$$\frac{2.5 - 2.14}{2.5} \times 100\% = \frac{0.36}{2.5} \times 100\% = 14.4\%$$

设失去的结晶水数为 x ，则：

$$36\% : 14.4\% = 5 : x$$

$$x = \frac{5 \times 14.4\%}{36\%} = 2$$

∴残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答：(略)

解法八

分析 先求出 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中结晶水的百分含量，再求出加热失去结晶水后剩下的结晶水的百分含量，因为剩下的结晶水个数与剩下的结晶水的百分含量成正比。根据这个道理可列式解出剩下的结晶水个数。

解 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中结晶水的百分含量为：

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

2.5克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中含结晶水的质量为：

$$2.5 \times \frac{5\text{H}_2\text{O}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 2.5 \times \frac{90}{250} = 0.9 \text{ (克)}$$

加热后剩下的结晶水的百分含量为：

$$\frac{0.9 - (2.5 - 2.14)}{2.5} \times 100\% = \frac{0.54}{2.5} \times 100\% = 21.6\%$$

设剩下的结晶水数为 x ，那么

$$\begin{aligned} 36\% : 21.6\% &= 5 : x \\ x &= \frac{5 \times 21.6\%}{36\%} = 3 \end{aligned}$$

$\therefore$ 残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答：（略）

解法九

分析 用推导法求解。由题意可知，加热失去的结晶水数为1、2、3、4中的一个数。将2.5克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 加热，假设失去的结晶水数为1、2、3、4，分别计算出失去结晶水后残余物的质量，若计算出的残余物的质量与题意相符，则所失去的结晶水数即为所求。

解 （1）假设失去的结晶水数为1，则2.5克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 加热失去结晶水后剩下的残余物的质量可求出：

$$250 : (250 - 18) = 2.5 : x$$

$$x = \frac{(250 - 18) \times 2.5}{250} = 2.32(\text{克})$$

所得残余物的质量与题意不符,

∴失去的结晶水数不是 1。

(2) 假设失去的结晶水数为 2, 则 2.5 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 加热失去结晶水后剩下的残余物的质量也可求出:

$$250 : (250 - 36) = 2.5 : y$$

$$y = \frac{(250 - 36) \times 2.5}{250} = 2.14(\text{克})$$

所得残余物的质量与题意相符,

∴失去的结晶水数是 2。

因此, 残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答: (略)

解法十

分析 用未知数表示 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 加热失去的结晶水数, 则残余物的分子式可表示出来, 残余物的分子量也可表示出来。又由当量定律可知, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的克当量数一定等于残余物的克当量数。根据这个关系列式, 可求出失去的结晶水数。

解 设加热失去的结晶水数为 x , 则残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot (5 - x)\text{H}_2\text{O}$, 残余物的分子量为 $[160 + 18(5 - x)]$ 。

由当量定律可知:

$$\frac{2.5}{\frac{250}{2}} = \frac{2.14}{\frac{160 + 18(5 - x)}{2}}$$

$$\text{即 } \frac{2.5}{125} = \frac{2.14 \times 2}{160 + 18(5 - x)}$$

解之 $x = 2$

∴ 残余物的分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答：（略）

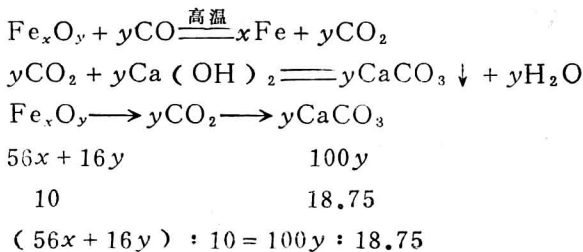
简评 前四种解法都是先写出化学方程式，然后根据结晶硫酸铜、残余物和加热失去的结晶水之间的数量关系进行列式求解，这四种解法都比较容易掌握；后面六种解法比较灵巧，但不容易想到。

【例2】 加热重10克的某种铁的氧化物，与足量的还原剂CO反应，把生成的气体通入澄清的石灰水中，得到沉淀物18.75克，问这是何种铁的氧化物？

解法一

分析 设未知数表示铁的氧化物分子中铁原子和氧原子的个数，则铁的氧化物的分子式可表示出来，它被CO还原生成Fe和 CO_2 ， CO_2 通入石灰水中生成的沉淀物是碳酸钙。根据化学方程式找出铁的氧化物、二氧化碳及碳酸钙之间量的关系可以例式求解。

解 设铁的氧化物的分子式为 Fe_xO_y 。



解之 $x : y = 2 : 3$

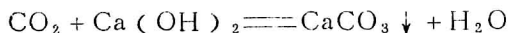
∴ 这种铁的氧化物为 Fe_2O_3 ，

答：这种铁的氧化物为 Fe_2O_3 。

解法二

分析 由碳酸钙的质量可求出 CO_2 的质量，再根据铁的氧化物与 CO 反应的化学方程式和题意列出二元一次方程组，解出铁的氧化物中铁和氧的原子个数比，然后写出分子式。

解 设生成的 CO_2 的质量为 z 。



$$44 \qquad \qquad \qquad 100$$

$$z \qquad \qquad \qquad 18.75$$

$$z = \frac{44 \times 18.75}{100} = 8.25 \text{ (克)}$$



$$\text{依题意列方程组: } \begin{cases} 56x + 16y = 10 \\ 44y = 8.25 \end{cases}$$

解此二元一次方程组得：

$$x = 0.125 \qquad y = 0.1875$$

$$x : y = 0.125 : 0.1875 = 2 : 3$$

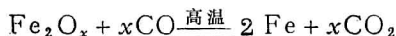
$\therefore$ 这种铁的氧化物为 Fe_2O_3 。

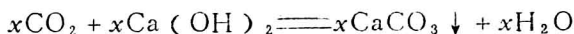
答：（略）

解法三

分析 设未知数表示铁的氧化物中铁的化合价，则铁的氧化物的分子式可表示出来，然后写出带未知数的一般化学方程式，根据化学方程式列式求解。

解 设铁的氧化物中铁为 x 价，则铁的氧化物的分子式为 Fe_2O_x 。





由上述方程式可知: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow x\text{CaCO}_3$

$$\begin{array}{ccc} 112 + 16x & & 100x \\ 10 & & 18.75 \end{array}$$

$$(112 + 16x) : 10 = 100x : 18.75$$

解之

$$x = 3$$

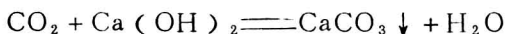
∴铁的氧化物为 Fe_2O_3 。

答: (略)

解法四

分析 铁的氧化物只有 FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 三种, 其中有一种铁的氧化物10克与足量的还原剂 CO 反应, 生成的 CO_2 通入石灰水中可得18.75克 CaCO_3 沉淀, 这种铁的氧化物即为所求。

解 (1) 设这种铁的氧化物为 FeO 。



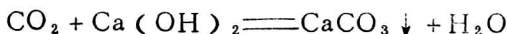
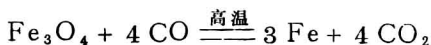
$$\begin{array}{ccc} 72 & & 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 10 & & x \end{array}$$

$$x = \frac{10 \times 100}{72} = 13.9 \text{ (克)}$$

所得沉淀质量与题不合, 所以不是 FeO 。

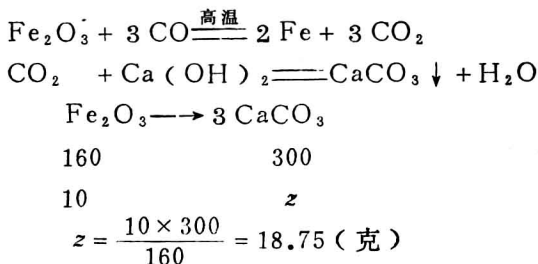
(2) 设这种铁的氧化物为 Fe_3O_4 。



$$\begin{array}{rcl}
 \text{Fe}_3\text{O}_4 & \longrightarrow & 4 \text{CaCO}_3 \\
 232 & & 400 \\
 10 & & y \\
 y = \frac{10 \times 400}{232} & = & 17.24 \text{ (克)}
 \end{array}$$

所得沉淀质量与题不合，所以不是 Fe_3O_4 。

(3) 设这种铁的氧化物为 Fe_2O_3 。



所得沉淀质量与题相合，所以这种铁的氧化物为 Fe_2O_3 。

答：(略)

解法五

分析 铁的氧化物与 CO 反应时，每1摩尔 CO 要结合1摩尔氧原子生成1摩尔 CO_2 （氧当然是从铁的氧化物中来），而1摩尔 CO_2 与石灰水反应时可生成1摩尔 CaCO_3 ，所以碳酸钙的摩尔数就等于铁的氧化物中氧原子的摩尔数。因此，根据 CaCO_3 的质量可求出10克铁的氧化物中的含氧量，于是铁的氧化物中铁的质量也可求出，进一步可求出铁和氧的原子个数比，然后写出分子式。

解 10克铁的氧化物中含氧的质量为

$$\frac{18.75}{100} \times 16 = 3 \text{ (克)}$$

10克铁的氧化物中含铁的质量为

$$10 - 3 = 7 \text{ (克)}$$

$$\text{Fe} : \text{O} = \frac{7}{56} : \frac{3}{16} = \frac{2}{16} : \frac{3}{16} = 2 : 3$$

∴ 这种铁的氧化物是 Fe_2O_3 。

答：（略）

解法六

分析 根据当量定律可知，铁的氧化物的克当量数与 CaCO_3 的克当量数相等。因此，根据 CaCO_3 的质量可求出铁的氧化物的克当量数，进一步可求出铁的氧化物的克当量，然后确定分子式。

$$\text{解} \quad \text{铁的氧化物的克当量数} = \frac{18.75}{\frac{100}{2}} = 0.375$$

$$\text{此铁的氧化物的克当量} = \frac{10}{0.375} = 26.6 \text{ (克)}$$

$$\text{而} \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 的克当量} = \frac{160}{2 \times 3} = 26.6 \text{ (克)}$$

∴ 此铁的氧化物为 Fe_2O_3 。

答：（略）

简评 上述六种解法中，前四种是根据方程式求解的。

其中前三种解法的共同点都是设铁的氧化物分子式为 Fe_xO_y 或 Fe_2O_x ，然后写出带未知数的化学方程式进行求解。这种解法思路清楚，但写出带未知数的化学方程式有一定难度，因而不太容易掌握；第四种解法学生容易掌握，但太麻烦，方法也比较笨。第五、六种解法比较简便，是常用的方法。

【例3】在0.34克铜与氧化铜的混和物中加入浓硫酸，