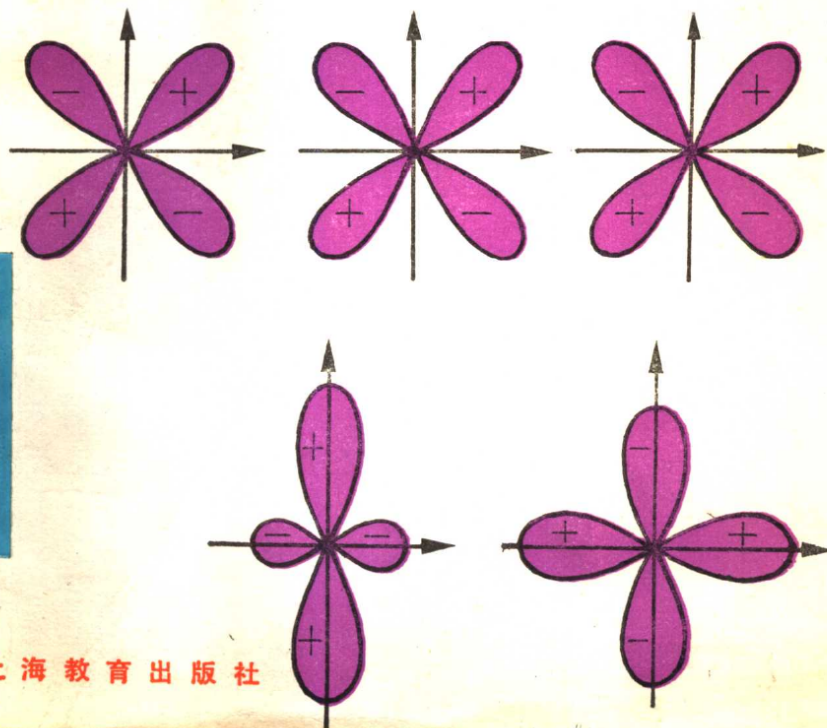


初中化学教学参考丛书

初中化学计算

CHUZHONG HUAXUE JISUAN



上海教育出版社

初中化学教学参考丛书

初中化学计算

陆惊帆 吴 峰

上海教育出版社

内 容 提 要

本书是根据初中化学教学要求编写的，书中简要介绍跟解题有关的知识，较详细地介绍解题的原理、方法和要注意的问题，还分析了学生中容易出现的错误。

本书供中学化学教师教学参考，也可以供初中学生阅读。

初中化学教学参考丛书

初中化学计算

陆惊帆 吴 峥

上海教育出版社出版发行

(上海永福路 123 号)

各地新华书店经销 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3 字数 84,000

1987 年 4 月第 1 版 1987 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—24,300 本

统一书号：7150·3936 定价：0.47 元

目 录

第一章 根据分子式的计算	1
§1 分子式的意义.....	1
§2 根据分子式计算的主要内容.....	2
§3 错解分析.....	7
练习一.....	9
练习二.....	10
第二章 根据化学方程式的计算	12
§1 质量守恒定律 化学方程式的意义.....	12
§2 根据化学方程式计算的主要内容.....	12
§3 错解分析.....	28
练习一.....	33
练习二.....	34
第三章 有关溶解度的计算	37
§1 溶解度 溶解度曲线.....	37
§2 有关溶解度计算的主要内容.....	38
§3 错解分析.....	51
练习一.....	56
练习二.....	59
第四章 溶液质量百分比浓度的计算	61
§1 质量百分比浓度.....	61
§2 有关百分比浓度计算的主要内容.....	63
§3 错解分析.....	72

练习一.....	75
练习二.....	77
综合练习一.....	78
综合练习二.....	82
附录 有效数字.....	85
习题答案.....	88

第一章 根据分子式的计算

§1 分子式的意义

每一种物质都有固定的组成，所以可以用特定的式子来表示它们，这种式子就叫分子式。分子式能表示一种物质，还能说明这一物质分子的构成情况。例如，二氧化碳的分子式是 CO_2 ，它有以下几方面的意义：

1. 代表二氧化碳这种物质或者一个二氧化碳分子。
2. 表示二氧化碳由氧元素和碳元素组成。
3. 表示一个二氧化碳分子里有一个碳原子和两个氧原子。
4. 能推算出二氧化碳的分子量（分子量是 44），以及二氧化碳中碳跟氧元素的质量比（质量比是 3:8）。

同样，分子式 H_2SO_4 表示硫酸这种物质或一个硫酸分子。在一个硫酸分子里有两个氢原子、一个硫原子和四个氧原子。它的分子量是 98，硫酸中氢、硫、氧三种元素的质量比是 1:16:32。

分子式适用于由分子构成的物质，对由离子或原子构成的物质就不合适。例如，在氢氧化钠、氯化钾、二氧化硅等物质中不存在分子。严格地说，表示这些物质组成的式子不应该叫做分子式，而应该叫化学式。现行的初中教材仍使用分子式，但是对化学式作了说明，教材尽力克服“一切物质都由

分子构成”这一原子-分子论的痕迹，回避“一个氯化钠分子由一个氯原子和一个钠原子构成”的说法，使教材既适应于初学化学者，又能防止在科学性上出现不妥之处。

§2 根据分子式计算的主要内容

有关分子式的计算是化学计算的基础，在根据化学方程式的计算、有关溶液的计算中都要用到它，尽管这部分内容比较简单，但也要重视。在初中化学计算中，根据分子式的计算主要有(1)计算分子量，(2)计算物质中各元素的质量比和元素的百分含量，(3)综合计算。

(一) 计算分子量

分子量是分子中所有原子的原子量总和，原子量没有单位，所以分子量也没有单位。

例 1 求碳酸钙 (CaCO_3)、硫酸铝 [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] 和胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的分子量。

解 碳酸钙分子量 $= 40 + 12 + 16 \times 3 = 100$

硫酸铝分子量 $= 27 \times 2 + (32 + 16 \times 4) \times 3 = 342$

胆矾分子量 $= 64 + 32 + 16 \times 4 + (1 \times 2 + 16) \times 5 = 250$

分析 对含原子团的较复杂的分子，计算分子量时，算出原子团的量，再求分子量，这样就简便多了。记住一些常用原子团的量，例如， OH^- 是 17， CO_3^{2-} 是 60， NO_3^- 是 62， SO_4^{2-} 是 96，会给计算分子量带来方便。

(二) 计算元素的质量比和元素的百分含量

根据分子式能算出一个分子里各元素的质量比。例如，水的分子式是 H_2O ，水里氢、氧元素质量比是 $1 \times 2 : 16 = 1 : 8$ 。

例 2 求纯净硝酸铵中各元素的质量比。

解 从一个分子中各元素原子的质量比来求得物质中各元素的质量比。

硝酸铵的分子式是 NH_4NO_3 , 各元素的质量比是

氮元素:氢元素:氧元素 $= 14 \times 2 : 1 \times 4 : 16 \times 3 = 7 : 1 : 12$

分析 在计算化合物中各元素的质量比时, 必须把同种元素的质量加在一起, 本题中的氮原子, 一个在铵离子中, 一个在硝酸根中, 计算时应该归在一起。初学化学的学生常常把它们分开计算。

化合物中各元素的质量比是部分量跟部分量的比, 化合物中某元素的百分含量是部分量跟全部量的比。人们利用一种化合物, 往往只对其中一种或几种元素感兴趣, 注重这些元素含量有多少。例如, 铁矿石中的含铁量、硫铁矿中的含硫量、氮肥中的含氮量。所以计算物质中某元素的百分含量在生产中应用很广。

元素的百分含量可以用下述方法来求:

$$\begin{aligned}\text{元素百分含量} &= \frac{\text{原子量} \times \text{分子中原子个数}}{\text{分子量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{所含某元素的质量}}{\text{纯净化合物的质量}} \times 100\%\end{aligned}$$

上述式子说明元素的百分含量计算是大家熟悉的百分比计算。在初中这一类计算主要有三种, 求化合物中某元素的百分含量, 求物质中某元素的质量和含一定量某元素的化合物的质量。

化合物中某元素的百分含量可以通过分子式求出。求某元素的质量或化合物的质量, 要先求出元素的百分含量, 再按求部分量(元素质量)做乘法, 求全部量(化合物质量)做除法来计算。

例 3 计算硫酸铵、硝酸铵两种肥料的含氮量。

解 根据百分含量的意义和分子式得到

硫酸铵的含氮量是

$$\frac{2N}{(NH_4)_2SO_4} \times 100\% = \frac{28}{132} \times 100\% = 21.2\%$$

硝酸铵的含氮量是

$$\frac{2N}{NH_4NO_3} \times 100\% = \frac{28}{80} \times 100\% = 35\%$$

注意 在计算中不能把含氮量写成

$$N = \frac{2N}{NH_4NO_3} \times 100\% = \frac{28}{80} \times 100\% = 35\%$$

例 4 用氢气还原氧化铜粉末, 得到 2 克铜, 求有几克氧化铜被还原。

分析 2 克铜是氧化铜还原得到的, 因此, 铜跟氧化铜的质量关系也是部分量跟全部量的关系。

解 氧化铜中铜元素的百分含量是

$$\frac{Cu}{CuO} \times 100\% = \frac{64}{80} \times 100\%$$

由铜元素的百分含量和铜的质量, 求得氧化铜的质量,

$$\frac{\text{铜元素质量}}{\text{铜元素在氧化铜中百分含量}} = \frac{2}{\frac{64}{80} \times 100\%} = 2.5(\text{克})$$

答: 有 2.5 克氧化铜被还原。

例 5 某农场原计划用尿素 $[(NH_2)_2CO]$ 150 千克给农作物追肥, 后改用硫酸铵, 计算多少千克硫酸铵能跟 150 千克尿素的肥效相当。

解 150 千克尿素中氮元素的含量是

尿素质量 $\times$ 氮元素在尿素中的百分含量

$$= 150 \times \frac{28}{60} \times 100\%$$

硫酸铵中氮元素的百分含量是

$$\frac{2N}{(NH_4)_2SO_4} \times 100\% = \frac{28}{132} \times 100\%$$

设 x 千克硫酸铵跟 150 千克尿素的含氮量相等。

$$x \cdot \frac{28}{132} \times 100\% = 150 \times \frac{28}{60} \times 100\%$$

$$x = 330 \text{ (千克)}$$

答：330 千克硫酸铵跟 150 千克尿素的肥效相当。

说明 本题综合例 3、例 4 两题，从已知的化合物质量求所含某元素的质量，再从这一元素质量求另一化合物的质量。但是在计算中可以不求出元素的质量，只要设 x ，根据元素含量相等列式求解。

(三) 不纯化合物跟所含某元素质量之间的计算

世界上没有绝对纯净的物质，常用纯净物在不纯物中所占的百分比来表示物质的纯净程度，这也是部分量跟全部量之比的计算。计算时要把不纯物的质量换算成纯净物的质量，才能作有关元素百分含量的计算。

例 6 人尿中含尿素 $[(NH_2)_2CO]$ 2%。1000 克人尿中含尿素几克？含氮元素几克？（假定人尿中其他成分不含氮）

解 1000 克人尿中含尿素 $1000 \times 2\% = 20 \text{ (克)}$

尿素中所含氮元素的质量是

$$20 \times \frac{2N}{(NH_2)_2CO} \times 100\% = 20 \times \frac{28}{60} \times 100\% = 9.33 \text{ (克)}$$

答：1000 克人尿中含尿素 20 克，含氮元素 9.33 克。

例 7 黄铁矿样品 20 克中含硫 5 克, 求样品中 FeS_2 的百分含量。

解 FeS_2 中硫元素的百分含量是

$$\begin{aligned}\frac{2S}{\text{FeS}_2} \times 100\% &= \frac{32 \times 2}{56 + 32 \times 2} \times 100\% \\ &= \frac{64}{120} \times 100\%\end{aligned}$$

纯净 FeS_2 的质量是

$$\frac{\text{硫元素质量}}{\text{FeS}_2 \text{ 中硫的百分含量}} = \frac{5}{\frac{64}{120} \times 100\%} = 9.4 \text{ (克)}$$

样品中 FeS_2 的百分含量是

$$\frac{\text{纯 FeS}_2 \text{ 质量}}{\text{黄铁矿质量}} \times 100\% = \frac{9.4}{20} \times 100\% = 47\%$$

答: 样品中 FeS_2 的百分含量是 47%。

例 8 黄铁矿样品中含有 20% 的硫, 求样品中 FeS_2 的百分含量。

分析 样品中 FeS_2 的百分含量要从纯净物 (FeS_2) 跟不纯物(黄铁矿)的质量的比值求得。但是题目中没有直接提供已知条件, 只是已知样品中含硫 20%, 假设有 100 克黄铁矿, 那么其中含硫元素 20 克, 这样就能算出纯净物质量。

解 设有黄铁矿样品 100 克。已知样品中含硫 20%, 所以 100 克样品中有硫元素 20 克。

含 20 克硫元素的 FeS_2 (纯净物) 的质量是

$$\begin{aligned}\frac{\text{硫元素质量}}{\text{FeS}_2 \text{ 中硫元素的百分含量}} &= \frac{20}{\frac{64}{120} \times 100\%} \\ &= 37.5 \text{ (克)}\end{aligned}$$

黄铁矿中含 FeS_2 的百分比是

$$\frac{\text{纯 FeS}_2 \text{ 质量}}{\text{黄铁矿质量}} = \frac{37.5}{100} \times 100\% = 37.5\%$$

答：样品中含 FeS_2 37.5%。

这一例题难度较大，教学中要按照循序渐进的原则，在学生没有熟练掌握有关分子式计算的基础内容时，不要急于介绍这类计算题。

§3 错解分析

初三学生初学化学，对分子式、分子量的理解模糊，常出现下述错误。

例 1 计算碳酸氢钙 $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ 的分子量。

错解 碳酸氢钙的分子量是 $40 + 61 \times 2 = 162$ (克)

分析 初三学生常认为分子量是一个量，应该有一个单位，把质量的单位克作为分子量的单位。这是因为他们不懂得原子量是一个相对比值，分子量是分子中各原子的原子量总和，所以也没有单位。

例 2 计算硫酸铵中氮元素的百分含量。

错解 (1) $2\text{N}\% = \frac{2\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% = 21\%$

(2) $\text{N} = \frac{2\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% = 21\%$

分析 (1) 的错误在 $2\text{N}\%$ 这一表示方法上， 2N 不表示氮元素，而表示两个氮原子。显然，这是因为对元素、原子的区别和它们的表示方法认识不清楚。(2) 式中的 N 表示氮元素或一个氮原子，这一等式不能成立。

正确的表示方法是

$$\text{氮元素的百分含量} = \frac{2N}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% = 21\%$$

例 3 一种不纯的硫酸铵样品中含有 20% 的氮, 求样品中硫酸铵的百分含量。(样品中其他成分不含氮)

错解 设有不纯硫酸铵 100 克。那么, 在 100 克不纯硫酸铵中含氮元素 20 克。

纯硫酸铵的质量是

$$\begin{aligned} 20 \times \frac{2N}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% &= 20 \times \frac{28}{132} \times 100\% \\ &= 4.24(\text{克}) \end{aligned}$$

样品中硫酸铵的百分含量是

$$\frac{4.24}{100} \times 100\% = 4.24\%$$

分析 本题错在从元素质量求化合物质量的计算上。这是因为不懂求全部量要用除法 (这里的全部量是硫酸铵的质量), 求部分量用乘法。而且没有分析答案是不是合理, 如果 100 克不纯硫酸铵中只有 4.24 克硫酸铵, 不可能有 20 克氮元素, 化合物的质量不可能小于其中所含某元素的质量。

正确解答 设有不纯硫酸铵 100 克。那么在 100 克不纯的硫酸铵中含氮 20 克。

纯硫酸铵的质量是

$$\begin{aligned} \frac{\text{氮元素质量}}{\text{硫酸铵中氮的百分含量}} &= \frac{20}{\frac{2N}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\%} \\ &= 94.3(\text{克}) \end{aligned}$$

样品中硫酸铵的百分含量是

$$\frac{\text{纯硫酸铵}}{\text{不纯硫酸铵样品}} \times 100\% = \frac{94.3}{100} \times 100\% \\ = 94.3\%$$

练 习 一

1. 计算下列物质的分子量。

- (1) 硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (2) 碳酸钠 Na_2CO_3 ,
(3) 高锰酸钾 KMnO_4 , (4) 氯化铁 FeCl_3 。

2. 计算下列物质中各元素的质量比。

- (1) H_2O , (2) CO_2 ,
(3) MgO , (4) NH_4NO_3 。

3. 已知硝酸分子中含有一个氢原子、一个氮原子和三个氧原子, 按下列要求填空。

- (1) 分子量 _____,
(2) 氧元素的百分含量 _____,
(3) 氢、氮、氧三种元素的质量比 _____。

4. 在 50 克氯酸钾里氧元素的质量是 _____。

- (1) $50 \times \frac{\text{O}}{\text{KClO}_3}$, (2) $50 \times \frac{3\text{O}}{\text{KClO}_3}$,
(3) $50 \times \frac{\text{KClO}_3}{\text{O}}$, (4) $50 \times \frac{\text{KClO}_3}{3\text{O}}$ 。

5. 下列物质中含氯量最高的是 _____。

- (1) 次氯酸钙 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, (2) 次氯酸 HClO ,
(3) 次氯酸钠晶体 $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,
(4) 无水次氯酸钠 NaClO 。

6. 2 千克肥田粉 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 中含有多少千克氮元素?

2 千克尿素 $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$ 中含多少千克氮元素?

7. 10 克不纯的尿素样品中含氮 4 克, 求样品中 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 的百分含量。(样品中其他成分不含氮。)

8. 冶炼 50 吨含氧化铁 (Fe_2O_3) 80% 的铁矿石。如果在冶炼中损失 5% 的铁, 计算能得到多少吨铁。

练 习 二

1. 下列是氧化铁中铁的百分含量的各种表示, 其中正确的是_____。

(1) 氧化铁中铁的百分含量是 35%,

(2) $\text{Fe} = 35\%$,

(3) 氧化铁中铁的百分含量是 70%,

(4) $2\text{Fe} \% = 70\%$ 。

2. 含 50 克氧元素的氯酸钾质量是_____。

(1) $50 \times \frac{\text{O}}{\text{KClO}_3}$,

(2) $50 \times \frac{3\text{O}}{\text{KClO}_3}$,

(3) $50 \times \frac{\text{KClO}_3}{\text{O}}$,

(4) $50 \times \frac{\text{KClO}_3}{3\text{O}}$ 。

3. 下列物质中元素质量比的值相同的是_____。

(1) CH_4 ,

(2) C_2H_2 ,

(3) C_6H_6 ,

(4) C_2H_4 ,

(5) C_3H_6 ,

(6) C_2H_6 。

4. 1000 个氢气分子跟 1000 个氧气分子的质量比是_____, 质量相同的氢气跟氧气的分子个数比是_____。

5. 一种化合物的分子式是 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 计算这一物质中水的百分含量。

6. 多少克含杂质 4% 的氯酸钾中含有 8 克氧元素?

7. 多少千克肥田粉 [含 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 96%] 跟 100 千克尿素 [含 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 98%] 的含氮量相等?

8. 铝土矿是冶炼铝的原料。一种铝土矿里含氧化铝 (Al_2O_3) 50%, 那么 50 吨铝土矿里含多少吨铝? 这种铝土矿里铝的百分含量是多少?

9. 一种不纯的氯化铵样品中含氮 24%, 求样品中氯化铵的百分含量。

第二章 根据化学方程式的计算

§1 质量守恒定律 化学方程式的意义

参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和,这个规律叫质量守恒定律,它是本章计算的根据。

化学方程式是用分子式表示化学反应的式子,书写化学方程式要遵循质量守恒定律。在初中学习化学时要理解化学方程式的如下两方面意义:

- (1) 什么物质在什么条件下发生反应,生成什么物质。
- (2) 反应物、生成物各物质间的质量比。

利用化学反应中各物质的质量比能作各种计算,所以根据化学方程式计算时,化学方程式一定要正确。

§2 根据化学方程式计算的主要内容

根据化学方程式的计算是初中化学计算的重要内容,主要有纯净物的计算,反应物过量的计算,混和物(包括不纯物)的计算。

(一) 纯净物的计算

化学方程式表示纯净物质间的质量比,纯净物的计算是根据化学方程式计算的基础,也是初中化学计算的主要内容。