

化学 基本计算



广东人民出版社

化 学 基 本 计 算

黄德丰 黄灿梁 编

广东人民出版社

化学基本计算

黄德丰 黄灿梁 编

*

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

737×1092毫米32开本 9.625印张 1插页 208,000字

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数 1—57,590册

书号 7111·1170 定价 0.84元

编者的话

本书是讲化学计算的，共分十二章。每章都先简要地叙述与计算有关的基本概念和基本运算规则，并列举有适当数量的典型例题解，为读者提供审题、剖题和解题的一些方法和技巧。最后安排有一定数量的习题，以供自学。

本书可供广大中学学生阅读学习和毕业复习之用，也可供中学化学教师和化学工作者参考。

由于编写时间匆促和水平有限，书中难免有不妥和缺错之处，欢迎批评指正。

一九八一年十月

目 录

第一章 应用物质分子式的计算

一、定组成定律和分子式	(1)
二、根据分子式计算它的分子量	(2)
三、根据分子式计算组成该物质的各元素的质量比	(2)
四、根据分子式计算其中某一元素的百分含量	(2)
五、根据分子式计算一定量的物质中所含某元素的质量	(3)
六、根据分子式计算混合物中某组分的百分含量	(3)
七、根据分子式计算化学肥料有效成分的百分含量	(4)
八、根据分子式计算的典型例题解	(5)
习题	(10)
九、摩尔的基础知识和计算	(11)
习题	(16)
十、气体摩尔体积和计算	(17)
习题	(25)
十一、当量的基础知识和计算	(26)
习题	(35)

第二章 物质分子式的确定

- 一、化学式 (37)
- 二、根据气体的摩尔体积和密度求气态物质
的分子量 (38)
- 三、根据气体的相对密度求气态物质
的分子量 (39)
- 四、根据气体的扩散速度求气态物质
的分子量 (40)
- 五、根据气态方程式求气态物质的分子量 (40)
- 六、根据不挥发的非电解质(固体或液体)
沸点升高求它的分子量 (41)
- 七、根据不挥发的非电解质(固体或液体)
凝固点下降求它的分子量 (42)
- 八、已知物质的分子量和它的质量组成
求该物质的分子式 (43)
- 九、已知物质的质量组成和它的分子量
求该物质的分子式 (46)
- 十、已知物质的分子量和它的质量组成共同
表示在同一数据中时求该物质的分子式 (47)
- 十一、根据有机化合物的通式和分子量
求它的分子式 (48)
- 十二、根据某些化学反应求物质的分子式 (48)
- 十三、关于确定物质分子式的典型例题解 (49)
习题 (55)

第三章 有关原子结构和周期律的计算

- 一、原子结构的基本知识 (59)
- 二、原子核外电子的排布 (60)

三、周期律和周期表	(62)
四、典型例题解	(66)
习题	(75)

第四章 化学方程式的配平方法

一、化学方程式和它的书写方法	(80)
二、离子方程式和它的书写方法	(81)
三、用视察法配平化学方程式	(82)
四、用最小公倍法配平化学方程式	(83)
五、用奇数变成偶数法配平化学方程式	(84)
六、用分步分解法配平化学方程式	(85)
七、用电子得失法配平化学方程式	(85)
八、用化合价升降法配平化学方程式	(87)
九、用离子电子法配平化学方程式	(90)
十、用分数系数法配平氧化—还原化 学方程式	(90)
十一、用代数法配平化学方程式	(92)
习题	(94)

第五章 应用化学方程式的计算

一、根据化学方程式进行计算的解题步骤	(98)
二、应用化学方程式计算必须注意下列几点	(98)
三、根据化学方程式计算反应物和生成物 之间的量的关系	(99)
四、根据化学方程式计算有关反应物或生 成物中含有杂质的问题	(99)
五、根据化学方程式计算物质的百分纯度	(100)
六、根据化学方程式计算混和物里组成 的百分含量	(101)

七、根据化学方程式计算原料利用率和	
产品得率	(102)
八、根据化学方程式计算有关多步反	
应的问题	(103)
九、根据化学方程式计算有关反应物	
过量问题	(105)
十、根据化学方程式计算有关溶液	
浓度的问题	(106)
十一、根据化学方程式和有机化合物的通式计	
算该有机化合物的分子量和分子式	(107)
十二、有关应用化学方程式计算的	
典型例题解	(107)
习题	(121)

第六章 应用热化学方程式的计算

一、化学反应的热效应	(128)
二、热化学方程式	(128)
三、写热化学方程式应注意的几点	(129)
四、盖斯定律	(130)
五、热效应的类型	(131)
六、化学反应热效应的一般计算规律	(132)
七、关于热化学方程式计算的典型例题解	(132)
习题	(136)

第七章 关于物质的溶解度计算

一、溶解度的一般概念	(138)
二、固体(液体)的溶解度	(138)
三、易溶物质和难溶物质	(139)
四、气体的溶解度(有时又叫吸收系数)	(139)

五、关于溶解度的计算规律	(140)
六、关于溶解度计算的典型例题解	(143)
习题	(143)
第八章 溶液的质量百分比浓度	
一、溶液的质量百分比浓度概念和表达式	(151)
二、溶液的密度	(151)
三、溶液的百分比浓度与密度的关系	(152)
四、关于百分比浓度的计算规律	(153)
五、溶液稀释的十字交叉法	(156)
六、百分比浓度和溶解度的计算关系	(158)
七、关于溶液的百分比浓度计算的典型例题 解	(159)
习题	(166)
第九章 有关摩尔浓度的计算	
一、摩尔浓度的概念和表达式	(170)
二、摩尔浓度的溶液中溶质质量的计算 关系	(171)
三、摩尔浓度与百分比浓度的换算关系	(171)
四、摩尔浓度、百分比浓度和溶液的密度 的关系	(172)
五、摩尔溶液中溶质微粒数目的计算	(172)
六、关于摩尔浓度的计算规律	(173)
七、关于摩尔浓度计算的典型例题解	(178)
习题	(190)
第十章 有关当量浓度的计算	
一、当量浓度的概念和表达式	(195)
二、当量定律	(195)

三、当量浓度的溶液中溶质质量的计算	
关系	(197)
四、当量浓度与百分比浓度的换算关系	(197)
五、当量浓度、百分比浓度和溶液的密度的	
关系	(198)
六、当量浓度与摩尔浓度的换算关系	(198)
七、关于当量浓度的计算规律	(199)
八、关于当量浓度计算的典型例题解	(201)
习题	(218)
第十一章 化学反应速度和化学平衡的有关计算	
一、化学反应速度的表示方法	(224)
二、反应速度与反应物浓度之间的定量关系	
——质量作用定律	(225)
三、化学反应速度计算的典型例题解	(226)
习题	(228)
四、化学平衡和化学平衡常数	(229)
五、应用化学平衡常数表达式应注意的	
几点	(230)
六、有关化学平衡常数的计算规律	(231)
七、有关化学平衡常数计算的典型例题解	(234)
习题	(248)
第十二章 电离常数和溶液的pH值的计算	
一、强电解质和弱电解质	(253)
二、电离平衡和电离度	(254)
三、电离常数	(255)
四、一元弱酸的电离平衡	(257)
五、一元弱碱的电离平衡	(259)

六、同离子效应和有关计算	(259)
七、多元弱酸的电离	(262)
八、有关电离常数计算的典型例题解	(263)
习题	(268)
九、水的电离和水的离子积	(269)
十、溶液的酸碱性和 $[H^+]$ 的关系	(270)
十一、溶液的pH值和它的含义	(270)
十二、溶液的 $[H^+]$ 和 pH 值的换算	(271)
十三、酸的水溶液的 pH 值的计算	(272)
十四、盐的水溶液的 pH 值的计算	(274)
十五、酸碱溶液混和后, 溶液pH值的 计算	(276)
十六、缓冲溶液	(278)
十七、有关溶液的 pH 值计算的典型例 题解	(279)
习题	(289)
附录: 一、元素周期表.....	(290—291之间)
二、国际原子量表	(291)
三、几种常用酸、碱的浓度	(292)
四、酸和碱的百分浓度和比重	(293)
五、主要盐类在水中的溶解度	(295)

第一章 应用物质分子式的计算

一、定组成定律和分子式

1. 定组成定律

每一纯净的化合物，都有固定的组成，这个结论叫做定组成定律。这就是说，组成任何纯净的化合物分子的各种元素是固定的，也就是说，纯净的化合物分子里各元素的原子个数是固定不变的，因而每一化合物分子里的组成元素的质量比是一定的。

2. 分子式和它的意义

用元素符号来表示物质(单质或化合物)分子组成的式子，叫做分子式。

分子式的意义包含下列几点：

分子式的意义	以 H_2O 为例
1. 表示物质的一个分子	一个水分子
2. 表示组成物质的各种元素	水由氢和氧两种元素组成
3. 表示物质的一个分子里各元素的原子个数	水的一个分子里含有两个氢原子和一个氧原子
4. 表示物质分子的分子量	水的分子量 = $1 \times 2 + 16 = 18$
5. 表示组成物质的各元素的质量比	氢 : 氧 = $1 \times 2 : 16 = 1 : 8$

二、根据分子式计算它的分子量

分子量是表示单质或化合物分子的相对质量，等于一分子中各原子的原子量的总和。

例如，水(H_2O)的分子量 = $1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$

也可以这样的写： $\text{H}_2\text{O} = 1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$

三、根据分子式计算组成该物质的各元素的质量比

例如，求组成水分子的氢元素和氧元素的质量比。

解：因水的分子式是 H_2O ，所以，组成水分子的氢元素和氧元素的质量比是：

$$1 \times 2 : 16 = 2 : 16 = 1 : 8$$

四、根据分子式计算其中某一元素的百分含量

例如，计算水中氢元素的百分含量。

解：已知水的分子式是 H_2O ，分子量是18。

设 x 为水中氢元素的百分含量，

则 $18 : 1 \times 2 = 100 : x$ ， $x = 11.11$ 。

即 水中氢元素的百分含量是11.11%。

根据上述计算过程，可总结一公式为：

$$\text{某元素的百分含量} = \frac{\text{某元素的原子量} \times \text{它的原子个数}}{\text{物质的分子量}} \times 100\%$$

五、根据分子式计算一定量的物质中所含某元素的质量

例如，计算20克氯酸钾中含有多少克氧。

解：氯酸钾的分子式是 KClO_3 ，

$$\text{分子量} = 39 + 35.5 + 16 \times 3 = 122.5$$

设 x 为20克 KClO_3 中含氧的质量(克)

$$\text{则 } 122.5 : 16 \times 3 = 20 : x$$

$$x = \frac{16 \times 3 \times 20}{122.5} = 7.91(\text{克})$$

即 20克氯酸钾中含有7.91克氧。

六、根据分子式计算混合物中某组分的百分含量

例如，2.5克黄铜(铜和锌)合金可制得氧化铜1.939克。求此合金中含铜的百分含量。

解：氧化铜的分子式是 CuO ，

$$\text{分子量} = 63.5 + 16 = 79.5$$

设 x 为1.939克氧化铜里铜的质量(克)

$$\text{则 } 79.5 : 63.5 = 1.939 : x$$

$$x = 1.55(\text{克})$$

因此，黄铜合金中铜的百分含量 $= \frac{1.55}{2.5} \times 100\% = 62\%$ 。

七、根据分子式计算化学肥料 有效成分的百分含量

1. 氮肥有效成分算法

一般都用所含氮元素的质量百分数(N%)来表示各种氮肥中的有效成分。

例如, 求化肥碳铵中有效成分氮元素的百分含量。

$$\begin{aligned}\text{解: } N\% &= \frac{N}{\text{NH}_4\text{HCO}_3} \times 100\% = \frac{14}{79} \times 100\% \\ &= 17\%\end{aligned}$$

2. 磷肥有效成分算法

计算磷肥的有效成分含量时, 习惯上都折算成 P_2O_5 的百分含量。

例如, 计算普钙的有效成分 P_2O_5 的百分含量。

解: 普通过磷酸钙简称普钙, 它是磷酸二氢钙和硫酸钙的混合物, 一般用 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4]$ 表示。

$$\begin{aligned}\text{P}_2\text{O}_5\% &= \frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4} \times 100\% \\ &= \frac{142}{234 + 2 \times 136} \times 100\% = \frac{142}{506} \times 100\% \\ &= 28\%\end{aligned}$$

磷肥的肥效计算公式如下:

$$\text{P}_2\text{O}_5\% = \frac{\frac{\text{P}_2\text{O}_5/2}{\text{磷肥的分子量}}}{\text{磷肥分子中磷的原子数}} \times 100\%$$

3. 钾肥有效成分算法

钾肥的肥效大小, 习惯上是用它所含的钾折合为 K_2O 的

量来计算的。

例如，求氯化钾里所含有效成分 K_2O 的百分含量。

解： KCl 里虽然不含有 K_2O ，但二个 KCl 分子里所含的钾可相当于一个 K_2O 分子里所含有的钾。因此，

$$K_2O\% = \frac{K_2O}{2KCl} \times 100\% = \frac{94}{149} \times 100\% = 63.1\%$$

钾肥的肥效计算公式如下：

$$K_2O\% = \frac{\frac{K_2O/2}{\text{钾肥的分子量}}}{\text{钾肥分子中钾的原子数}} \times 100\%$$

总之，磷肥和钾肥的有效成分计算公式为：

$$\text{氧化物的百分含量} = \frac{\frac{\text{氧化物分子量}}{\text{氧化物分子里某元素原子数}}}{\frac{\text{化肥分子量}}{\text{化肥分子里某元素原子数}}} \times 100\%$$

八、根据分子式计算的典型例题解

例题1. 试比较硝酸铵与尿素含氮的百分率。

解：硝酸铵 $NH_4NO_3 = 80$,

$$\begin{aligned} N\% &= \frac{2N}{NH_4NO_3} \times 100\% = \frac{2 \times 14}{80} \times 100\% \\ &= 35\% \end{aligned}$$

尿素 $CO(NH_2)_2 = 60$,

$$\begin{aligned} N\% &= \frac{2N}{CO(NH_2)_2} \times 100\% = \frac{2 \times 14}{60} \times 100\% \\ &= 46.6\% \end{aligned}$$

因此，尿素含氮量高于硝酸铵的含氮量。

例题2. 求硫酸铜晶体中结晶水的百分含量。

解：硫酸铜晶体 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 250$,

硫酸铜晶体中结晶水的百分含量为：

$$\frac{5\text{H}_2\text{O}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \times 100\% = \frac{5 \times 18}{250} \times 100\% = 36\%$$

例题3. 今有硝酸银样品10.75克,经分析其中含银6.35克,求此硝酸银样品中含杂质的百分率*。

解： $\text{AgNO}_3 = 108 + 14 + 16 \times 3 = 170$,

设 x 为纯 AgNO_3 的质量(克),在其中含有6.35克Ag,

则 $170 : 108 = x : 6.35$

$$x = \frac{6.35 \times 170}{108} = 10 \text{ (克)}$$

即 10.75克硝酸银样品中含有纯 AgNO_3 为10克。

所以,其中杂质的质量 $= 10.75 - 10 = 0.75$ (克)。

因此,硝酸银样品中含杂质的百分率为:

$$\text{杂质}\% = \frac{0.75}{10.75} \times 100\% = 6.98\%$$

例题4. 求氯化铵的质量百分组成。

解： $\text{NH}_4\text{Cl} = 14 + 1 \times 4 + 35.5 = 53.5$

$$\begin{aligned} \text{所以,氮在}\text{NH}_4\text{Cl}\text{里占的百分率} &= \frac{14}{53.5} \times 100\% \\ &= 26.2\% \end{aligned}$$

$$\text{氢在}\text{NH}_4\text{Cl}\text{里占的百分率} = \frac{1 \times 4}{53.5} \times 100\% = 7.5\%$$

$$\text{氯在}\text{NH}_4\text{Cl}\text{里占的百分率} = \frac{35.5}{53.5} \times 100\% = 66.3\%$$

* 注：质量百分率、百分含量和质量百分比的意义基本相同。