

化學計算法

沈鼎三譯

化學計算法

沈鼎三譯

臺灣開明書店印行

民國四十二年十月臺一版發行
民國六十年五月臺四版發行

每册新台幣八元

化學計算法

*

有著作權·不准翻印

原著者 Clifford M. Jones

翻譯者 沈鼎三

發行人 劉甫琴

印刷者 臺灣開明書店

總發行所

臺北市中山北路一段七七號
電話 五五三九 五〇八〇 號
郵局劃撥賬號第一二五七號

臺灣開明書店

內政部著作權註冊執照警字第一一二二六號

(大源—52J.)

基價 0.40

人生沒有算術將若何？
只是一個恐怖的景象。

——Sydney Smith

目 錄

第一類	從分子式計算分子量	1—5
第二類	計算化合物的百分組成	6—9
第三類	由物質的成分求物質的分子式	10—15
第四類	由化學方程式計算反應物質的重量	16—20
第五類	計算氣體反應中的容積問題	21—25
第六類	計算在標準狀況下所發生的氣體的容積	26—31
第七類	氣體容積與溫度及壓力的關係	32—38
第八類	應用實驗的結果證明各種化學定律	39—42
第九類	由實驗結果計算當量	43—49
第十類	計算原子量法	50—53
第十一類	計算分子量法	54—62
第十二類	容量分析中的計算	63—76
總習題		77—81
原子量表		82
藥品價格表		82
答案		83—90

NaOH 這分子式，表示氫氧化鈉中含着鈉，氧及氫這三種元素，並且這種物質一分子中，含有一個原子鈉，一個原子氧及一個原子氫。

查閱原子量表,知:

鈉 (Na) 的原子量 = 23

氧 (O) 的原子量 = 16

氫 (H) 的原子量 = 1

總和 = 40

∴ 氫氧化鈉的分子量 = 40,

克分子量 = 40 克。

【例 2】試求硝酸鉛[Pb(NO₃)₂]的克分子量。

原子量——

Pb = 207 N = 14 O = 16

∴ Pb = 207 N = 14 O₆ = 48

Pb(NO₃)₂ = 207 + (14 + 48)₂

= 207 + 124

= 331 克

【例 3】計算結晶洗衣蘇打(Na₂CO₃·10 H₂O)的分子量。

原子量——

Na = 23 C = 12 O = 16 H = 1 O = 16

∴ Na₂ = 46 C = 12 O₃ = 48 ∴ H₂ = 2 O = 16

Na₂CO₃ = 46 + 12 + 48

= 106

H₂O = 2 + 16

= 18

∴ 10 H₂O = 10 × 18

= 180

Na₂CO₃·10 H₂O = 106 + 180 = 286

計算方法常可簡單如下：

$$\begin{array}{c} \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} \\ \hline 46 + 12 + 48 + 10(2 + 16) \\ \hline 286 \end{array}$$

撮 要

1. 先寫出物質的分子式。
2. 查閱原子量表，將化合物中各元素的原子量，寫在分子式中各該記號之下。
3. 把這些數值加起來。

習 題

A.

1. 寫出下列各記號所代表的重量，以克為單位： H , 2H , H_2 , O_2 , 5N_2 。
2. 寫出水(H_2O)及氯化氫(HCl)的分子量。
3. 一克分子量的過氧化氫(H_2O_2)的重為若干？
4. 寫出一氧化碳(CO)及氨(NH_3)的蒸氣密度（分子量 = $2 \times$ 蒸氣密度）。
5. 食鹽(NaCl)的分子量是否較50為大？
6. 碘化鎂(MgI_2)的分子量較氯化鎂的分子量大若干？

B.

1. 礬化鈣(CaSO_4)及硫酸鋅(ZnSO_4)的分子量之和等於若干？
2. 氯化銨結晶($\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)的分子量，較氯化銨(BaCl_2)的分子量大若干？

3. 將水加至生石灰(CaO)中,生石灰即成為石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 。此變化後分子量的變化如何?

4. 空氣的蒸氣密度為 15, 下列各物中,何者較空氣為輕: 氨 (NH_3), 二氧化碳 (CO_2), 氧 (O_2), 甲烷 (CH_4), 氧化亞氮 (N_2O)?

5. 下列各物中,何者分子量最輕,何者最重: 硝酸鈉 (NaNO_3), 氯酸鉀 (KClO_3), 硫酸鎂結晶 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), 氯化鋅 (ZnCl_2), 氧化汞 (HgO)?

6. 下列各物中,那一化合物的分子量最近於 100: 碳酸鎂 (MgCO_3), 草酸鎂 ($\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)?

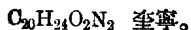
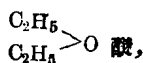
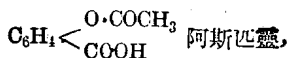
C.

1. 將下列各物質,依其分子量之次序而排列之,由小開始: 碳酸銅 (CuCO_3), 硝酸鉛 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), 硫酸鐵結晶 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), 蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)。

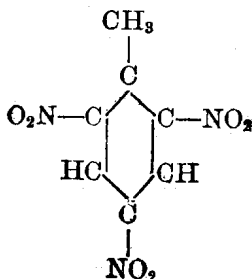
2. 某孩由實驗求得三氯甲烷 (CHCl_3) 的分子量為 107.55。試求其錯誤的百分數。他預先曾說,假使他的錯誤是超過 6%, 他必須重做這實驗, 那麼應重做這實驗沒有?

3. 下列各物質的分子量, 那些是超過 600: 碳酸鉀 (K_2CO_3), 硝酸汞 ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 鉛丹 (Pb_3O_4)?

4. 計算下列各物質的分子量:



5. 計算 T. N. T. 炸藥的分子量。已知 T. N. T. 的分子式如下:



6. 有一新發見的元素, 它的原子量為 29, 原子價為 3, 計算它的氧化物, 碳酸化物, 硫酸化物及氯化物的分子量。

第 二 類

計算化合物的百分組成

(a) 已知物質的分子式

【例 1】試求硝酸銅 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的百分組成。

$$\begin{array}{c} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \\ \hline 63.5 + (14 + 48)_2 \\ \hline 187.5 \end{array}$$

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的分子量 = 187.5,

187.5 份的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 中含有 63.5 份 Cu, 28 份 N 及 96 份

。故：

$$\text{Cu 的 \%} = \frac{63.5}{187.5} \times 100 = 33.9\%$$

$$\text{N 的 \%} = \frac{28}{187.5} \times 100 = 14.9\%$$

$$\text{O 的 \%} = \frac{96}{187.5} \times 100 = \underline{51.2\%}$$

$$\text{總和} = \underline{\underline{100.0\%}}$$

∴ 硝酸銅含有 33.9% 的銅, 14.9% 的氮及 51.2% 的氧。

【例 2】試求氯化鋇結晶 ($\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) 中結晶水的百分數。

$$\begin{array}{r} \text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \\ \hline 137 + 71 + 2(2 + 16) \\ \hline 208 \quad + \quad 36 \\ \hline 244 \end{array}$$

$\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 的分子量 = 244。

$$\text{H}_2\text{O} \text{ 的 } \% = \frac{36}{244} \times 100 = 14.8\%。$$

∴ 氯化鋇結晶含有 14.8% 的結晶水。

(b) 已知實驗的結果

【例 3】銅片一塊，重 1.26 克，現把它溶於濃硝酸中，再蒸發並強熱。強熱後的剩餘物為氧化銅，重為 1.58 克，計算氧化銅的百分組成。

氧化銅的重量 = 1.58 克

銅的重量 = 1.26 克

∴ 氧的重量 = 0.32 克

1.58 克的氧化銅中含有 1.26 克的銅和 0.32 克的氧。

$$\therefore \text{銅的 } \% = \frac{1.26}{1.58} \times 100 = 79.7\%，$$

$$\text{氧的 } \% = \frac{0.32}{1.58} \times 100 = 20.3\%。$$

∴ 氧化銅中含有銅 79.7%，含有氧 20.3%。

撮 要

(a) 已知物質的分子式

1. 寫出物質的分子式。

2. 求出物質的分子量。

3 以分數表示每一元素在一分子量的該物質中所佔的數量（或分子式中的某一部分的數量，例如上面的例 2 所示），並乘以 100，以求其百分數。

4. 將各結果加起來，校核一下，總數是否為 100%？

(b) 已知實驗的結果

如上列(a)一樣，但可省略第一步及第二步。

習 題

A.

1. 硫酸中的氫佔幾分之一？
2. 用小數表出在一分子的碳酸鈣(CaCO_3)中鈣，碳及氧的重量。
3. 硫酸亞鐵銨 $[\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 中的鐵佔幾分之一？
4. 製造 7 噸硫酸(H_2SO_4) 需用多少硫？
5. 近代硝酸的製造是應用空氣的。製造 21 噸的硝酸(HNO_3) 需用空氣中氧多少噸？
6. 一磅裝的洗衣蘇打($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)中，結晶水的重為多少？答數以近似的磅司數表之。

B.

1. 下列五種氮的氧化物中，何者含氮最多，何者含氧最多： N_2O , NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_5 ？
2. 名叫碳化氫的化合物都是能燃燒的，如其中所含的碳的百分數愈多，則燃燒時黑烟愈多。下列各物，何者燃燒時黑烟最多：甲烷(CH_4)，苯(C_6H_6)，乙烷(C_2H_6)？

3. 有一位分析家，分析一種白色的結晶狀粉末，結果知其為氯酸鉀 (KClO_3)。問他的報告單上，所述的成分應如何？

4. 將電流通過硫酸銅溶液，長時間後，全部銅均在電極上析出。問含有 2.495 克的硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) 的溶液能析出若干銅？

5. 在實驗室中，有人試驗結晶氯化鋇 ($\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) 中，結晶水的百分數，他將此種結晶 3.60 克加熱，得無水剩餘物 3.21 克。試計算此人的結果與理論的結果相差若干？

6. 有一物，不知究為氯化鈉 (NaCl)，還是氯化鉀 (KCl)，分析之後，知含氯 47.53%，問此物究是甚麼？

C.

1. 有一化學肥料，含氮的百分數最高。問此化合物是下列各物的那一種：智利硝石 (NaNO_3)，硝酸鈣 ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)，硫酸銨 ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)，氰氨基化鈣 (CaCN_2)？

2. 黑板寫字的粉筆，大都是硫酸鈣 (CaSO_4) 做成的，此物中所含有的鈣的百分數，與碳酸鈣中鈣的百分數，相差若干？

3. 一物，或係硫酸鋅結晶 ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)，或係硫酸鎂結晶 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)，測定其中結晶水的百分數，知為 51.1%，問此物究為何物？

4. 氯化鎂 (MgCl_2) 中的鎂共佔幾分之幾？將 47.5 翁司的融化氯化鎂電解，照理論所得的鎂共值若干？

5. 食物中所含的糖的百分數較高，則能發生的熱量也愈大。下列各物，在冬天何者最為適用：葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)，蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)？

6. 某孩誤食砷的化合物中毒，檢驗的結果，知已食砷 0.75 克，而他所食的砷，是砒霜 (As_2O_3) 中的砷。問他吃了若干砒霜？

第 三 類

由物質的成分求物質的分子式

化合物分子式中的數目字，即表示此化合物中所含各原子的比數。如 H_2SO_4 表明硫酸中氫，硫，氧三原子的比數為 2:1:4。

最簡單的分子式稱為實驗式，例如草酸的實驗式為 COOH 。實驗式並不是真正的分子式。但真正的分子式必是實驗式的整數倍數。例如草酸的分子式即 $(\text{COOH})_2$ 。所以欲由實驗室求分子式，必先知道此化合物的分子量。

【例 1】某物質之成分如下：Cu 40%，S 20%，O 40%，它的分子量為 159.5，求它的分子式。

先將題中的各種百分數以各該原子量除之，所得的數值，即表示其中所存在的原子的數目（或可參照 P. 82 的步驟）。

此種比值，再各以其中最小的數值除之而使簡化：

元 素	重量的百分數	原子量	比 值	最簡單的比值
Cu	40	63.5	$\frac{40}{63.5} = 0.6$	$\frac{0.6}{0.6} = 1$
S	20	32	$\frac{20}{32} = 0.6$	$\frac{0.6}{0.6} = 1$
O	40	16	$\frac{40}{16} = 2.6$	$\frac{2.6}{0.6} = 4$

∴ 此物的實驗式爲 Cu, S, O_4 ，或寫爲 CuSO_4 。其分子式即此式的倍數，設爲 $(\text{CuSO}_4)_n$ 。

$$\begin{array}{c} \text{CuSO}_4 \\ \hline 63.5 + 32 + 64 \\ \hline 159.5 \end{array}$$

由題，知此物的真正分子量爲 159.5。

$$\therefore 159.5 \times n = 159.5,$$

$$n = 1。$$

∴ 分子式爲 CuSO_4 。

【例 2】某種無色液體 1.7 克，分析之後，知含有 0.1 克的氫，與 1.6 克的氧。求其分子式。此物的分子量爲 34。

元 素	其中的重量	原子量	比 值	最簡單的比值
H	0.1克	1	$\frac{0.1}{1} = 0.1$	1
O	0.6克	16	$\frac{1.6}{16} = 0.1$	1

∴ 實驗式爲 HO ，

分子式爲 $(\text{HO})_n$ 。

$$\begin{array}{c} \text{HO} \\ \hline 1 + 16 \\ \hline 17 \end{array}$$

此物的分子量已知爲 34。

$$\therefore 17 \times n = 34,$$

$$n = 2。$$

∴ 分子式爲 $(\text{HO})_2$ 或 H_2O_2 。

【例 3】氯化鋇結晶 3.60 克，加強熱後，失去水份 0.53 克，剩餘無水鹽 3.07 克，試求氯化鋇結晶水的分子數，無水鹽的分子量爲 208。

欲求數個簡單分子所組成的複化合物的分子式，可先將其中簡單分子的重量或百分重量，以其分子量除之。

BaCl_2 的分子量 = 208

H_2O 的分子量 = 18

分 子	其中所存在的重量	分子量	比 值	最簡單的比值
BaCl_2	3.07 克	208	$\frac{3.07}{208} = 0.015$	$\frac{0.015}{0.015} = 1$
H_2O	0.53 克	18	$\frac{0.53}{18} = 0.029$	$\frac{0.029}{0.015} = 2$

∴ 分子式爲 $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 。

上面的例 1，可將計算的方法稍略擴充，而證明以原子量除百分數，可得其中所存在的各原子的比數。這一種方法並無謬誤。

某物質之百分組成如下： Cu 40%， S 20%， O 40%，試求其分子式。

原子量——

$\text{Cu} = 63.5$ ， $\text{S} = 32$ ， $\text{O} = 16$ 。

設一原子的氫的重量爲 x 克，

則一原子的銅 = $63.5x$ 克
 硫 = $32x$ 克
 氧 = $16x$ 克

{ 因爲原子量，可說是該原子與氫原子比較所重的倍數。