



化學計算問題
與化學方程式

五

上 冊

編 者 許 雪 樵

中 華 書 局 印 行



國民政府內政部註冊 二十五年三月十六日執照警字第七〇〇一號

民國二十四年九月發行

民國三十七年三月六版

化學計算問題與化學方程式 (全二冊)

◎ 上冊定價國幣四元三角

(郵運匯費另加)



編者 許雪樵

發行人 李虞杰
中華書局股份有限公司代表

印刷者 中華書局永寧印刷廠
上海澳門路八九號

發行處 各埠中華書局

自序

不佞教授中等化學十餘年，深知化學中之計算問題，爲初學者所厭惡，同時化學中之理論，又多包含於計算問題之中，欲爲初學開方便之門，此化學計算問題所由集也。本書搜集中等化學計算問題，凡五百餘則，分爲七章：一曰物質組成問題，二曰物質製取問題，三曰分子量原子量原子價當量問題，四曰分子式示性式及方程式之作法問題，五曰酸類鹽類鹽基類溶液電解諸作用之問題，六曰氣體容積問題，七曰雜題。每題均加詳明之解答，精細之演算，俾學者得此參考，既不畏算題之繁複，又得解深切之理論，從此進而研究應用化學，理論化學，方不至望而却步。昔英儒開爾文 (Kelvin) 有言曰：“汝能計量汝所言者而以數字表之，則汝爲知之；若汝不能計量，不能以數字表之，則汝之知識仍淺薄與缺乏耳。故計量爲知識之初步，且爲升入科學之階梯。”一般科學對於計算之重要且如此，況所謂自然科學中最重要之化學乎！然初學化學者之厭惡，不僅計算問題也，尤苦方程式之難記。不佞於此，別無簡易之方法，特爲搜集重要之化學方程式一千六百餘則，按照普通化學之分部，別爲非金屬化合物，金屬化合物與有機化合物三大類，每類各按化學編制之通例，將重要之方程式，順次排列，各冠子目，說明作用，以便檢查；並在每一方程式之後，略注變化之原因，俾閱者有所注意，更爲附載四表，總括非金屬化合物，金屬化合物，有機化合物三大類之名稱，及化合物所含結晶水之分子數，不啻學化學者之一簡明字典。故本書不僅供中等同學之用，即在大學專門學習定性分析

者,亦必要之參考書也,溽暑苦人,揮汗從事,錯誤難免,惟望賢達有以教之!

中華民國二十三年八月 臨海許雪樵識

化學計算問題與化學方程式

上册 化學計算問題

目次

第一章	物質組成問題	1
第二章	物質製取問題	30
第三章	分子量 原子量 原子價 當量問題	71
第四章	分子式 示性式及方程式之作法問題	89
第五章	酸類 鹽類 鹽基類 溶液 電解諸 作用之問題	120
第六章	氣體容積問題	144
第七章	雜題	180

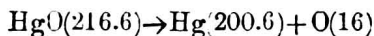
化學計算問題與化學方程式

上册 化學計算問題

第一章 物質組成問題

1. 氧化汞 HgO , 硝酸鉀 KNO_3 , 氯酸鉀 KClO_3 各物被熱後, 發生游離氧各若干? 試以百分率表之. 若三物每一仟克之價值, 以次為 1.50 元, 0.15 元, 0.15 元, 問何物最廉(以得氧之量為標準)?

[解] 試取氧化汞, 硝酸鉀, 氯酸鉀各一分子為例, 以計算其中之游離氧, 則如下式所示:



氧化汞 216.6 份中能游離氧素 16 份,

硝酸鉀 101.1 份中能游離氧素 16 份,

氯酸鉀 122.56 份中能游離氧素 48 份.

若以百分率表之, 則氧在氧化汞中佔 $\frac{16}{216.6} \times 100 = 7.56\%$,

硝酸鉀中佔 $\frac{16}{101.1} \times 100 = 15.82\%$, 氯酸鉀中佔 $\frac{48}{122.56} \times 100 = 39.16\%$. 若依三物含氧之量與重每一仟克之價值比較, 則氯酸鉀含氧最多, 價值最廉, 硝酸鉀含氧量及價值次之, 氧化汞含氧最少, 價值最貴.

2 有下列諸式, 求各物質之百分組成:



[解] Mn之原子量爲54.93, O之原子量爲16, 故 Mn_3O_4 之分子量爲 $54.93 \times 3 + 16 \times 4 = 228.79$,

其百分組成爲 $Mn = \frac{164.79}{228.79} \times 100 = 72.02\%$,

$$O = \frac{64}{228.79} \times 100 = 27.98\%.$$

K之原子量爲39.1, Br之原子量爲79.92, 故 KBr 之分子量爲 $39.1 + 79.92 = 119.02$,

其百分組成爲 $K = \frac{39.1}{119.02} \times 100 = 32.85\%$,

$$Br = \frac{79.92}{119.02} \times 100 = 67.15\%.$$

Fe之原子量爲55.84, S之原子量爲32.06, O之原子量爲16, 故 $FeSO_4$ 之分子量爲151.9,

其百分組成爲 $Fe = \frac{55.84}{151.9} \times 100 = 36.07\%$,

$$S = \frac{32.06}{151.9} \times 100 = 21.10\%$$

$$O = \frac{64}{151.9} \times 100 = 42.83\%.$$

3. 問硫酸銻 $Ce(SO_4)_3$, 五氯化磷 PCl_5 及氯化銨 NH_4Cl 諸物之百分組成爲幾何?

[解] 硫酸銻之分子量爲 $140.25 (Ce) + 2 \times 32.06 (S) + 8 \times 16 (O) = 332.37$, 故各原素之百分率爲

$$Ce = \frac{140.25}{332.37} \times 100 = 42.19\%$$

$$S = \frac{64.12}{332.37} \times 100 = 19.29\%$$

$$O = \frac{128}{332.37} \times 100 = 38.52\%$$

五氯化磷之分子量為 $31.04 (P) + 5 \times 35.46 (Cl) = 208.34$, 故各元素之百分率為

$$P = \frac{31.04}{208.34} \times 100 = 14.89\%$$

$$Cl = \frac{177.30}{208.34} \times 100 = 85.11\%$$

氯化銨之分子量為 $14.008 (N) + 4 \times 1.008 (H) + 35.46 (Cl) = 53.5$, 故各元素之百分率為

$$N = \frac{14.008}{53.5} \times 100 = 26.18\%$$

$$H = \frac{4.032}{53.5} \times 100 = 7.53\%$$

$$Cl = \frac{35.46}{53.5} \times 100 = 66.29\%$$

4. 有雜色布一塊,重 2.52 克,經氫氧化鈉煮沸,洗淨乾燥後,重 1.1 克,問此布中毛織物之量幾何?

[解] 毛織物經氫氧化鈉煮沸而溶去之量為

$$2.52 - 1.1 = 1.42 \text{ 克.}$$

按比例: $2.52 : 1.42 = 100 : x$, $\therefore x = \frac{142}{2.52} = 56.35\%$,

即毛織物佔全布量 56.35%.

5. 有學生將錫一塊,熱之成灰,得下數值:

坩鍋之重.....6.40 克,

坩鍋重 + 錫重.....7.52 克,

坩鍋重 + 錫灰之重.....7.85 克.

試求錫所加重之百分比為何?

[解] 錫之重爲 $7.52 - 6.40 = 1.12$ 克,
錫灰之重爲 $7.85 - 7.52 = 0.33$ 克.

按比例: $1.12 : 0.33 = 100 : x$, $\therefore x = \frac{33}{1.12} = 29.46$,

即知錫所加之重,佔原重百分之 29.46.

6. 試求醋酸、草酸、蟻酸三者之百分組成.

[解] 醋酸 CH_3COOH 之分子量爲 $2 \times 12 + 2 \times 16 + 4 \times 1 = 60$, 故

$$\text{碳: } \frac{24}{60} \times 100 = 40\%; \quad \text{氧: } \frac{32}{60} \times 100 = 53.33\%$$

$$\text{氫: } \frac{4}{60} \times 100 = 6.67\%.$$

草酸 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ 之分子量爲 $2 \times 12 + 2 \times 1 + 16 \times 4 = 90$, 故

$$\text{碳: } \frac{24}{90} \times 100 = 26.67\%; \quad \text{氧: } \frac{64}{90} \times 100 = 71.11\%;$$

$$\text{氫: } \frac{2}{90} \times 100 = 2.22\%.$$

蟻酸 HCOOH 之分子量爲 $12 + 2 \times 16 + 2 \times 1 = 46$, 故

$$\text{碳: } \frac{12}{46} \times 100 = 26.08\%; \quad \text{氧: } \frac{32}{46} \times 100 = 69.56\%;$$

$$\text{氫: } \frac{2}{46} \times 100 = 4.36\%.$$

7. 求 (a) KNO_3 (b) Na_2SO_3 之成分百分率.

[解] (a) KNO_3 之分子量爲 $39.1 + 14.008 + 48 = 101.108$,

$$101.108 : 39.100 = 100 : \text{K}, \therefore \text{K} = \frac{39.100}{101.108} = 38.67\%.$$

$$101.108 : 14.008 = 100 : \text{N}, \therefore \text{N} = \frac{14.008}{101.108} = 13.85\%.$$

$$101.108 : 48.00 = 100 : O, \therefore O = \frac{4800}{101.108} = 47.48\%$$

(b) Na_2SO_3 之分子量為 $46 + 32.06 + 48 = 126.06$,

$$126.06 : 46.00 = 100 : \text{Na}, \therefore \text{Na} = \frac{4600}{126.06} = 36.49\%$$

$$126.06 : 32.06 = 100 : \text{S}, \therefore \text{S} = \frac{3206}{126.06} = 25.43\%$$

$$126.06 : 48.00 = 100 : \text{O}, \therefore \text{O} = \frac{4800}{126.06} = 38.08\%$$

8. 求結晶水在 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中所佔之百分率。

[解] $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 之分子量為

$$46 + 4 \times 10.9 + 7 \times 16 + 10 \times 18.016 = 381.76,$$

水在其中佔 180.16. 按比例:

$$381.76 : 180.16 = 100 : x, \therefore x = \frac{180.16 \times 100}{381.76} = 47.19\%,$$

即水在 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中所佔之百分率。

9. 問一百克之水中,含氧若干克?一百克之純過氧化氫中,又含氧若干克?

[解] 水之分子量為 18.016, 其中含氧為 16, 故得比例

$$18.016 : 16 = 100 : x, \therefore x = \frac{1600}{18.016} = 88.81,$$

即 100 克之水中,含氧 88.81 克。

過氧化氫之分子量為 34.016, 其中含氧為 32, 故得比例

$$34.016 : 32 = 100 : x, \therefore x = \frac{3200}{34.016} = 94.07,$$

即 100 克之過氧化氫中,含氧 94.07 克。

10. 試根據氣體之密度,計算空氣中三種主要成分重量之百分率。

[解] 氮之密度為14,其容積為78.06%,氧之密度為16,其容積為21.00%,氫之密度為19.9,其容積為0.94%。故知空氣中氮、氧、氫重量之比為

$$(14 \times 78.06) : (16 \times 21) : (19.9 \times 0.94),$$

即 氮 = $\frac{14 \times 78.06 \times 100}{14 \times 78.06 + 16 \times 21 + 19.9 \times 0.94} = 75.5\%$;

氧 = $\frac{16 \times 21 \times 100}{14 \times 78.06 + 16 \times 21 + 19.9 \times 0.94} = 23.2\%$;

氫 = $\frac{19.9 \times 0.94 \times 100}{14 \times 78.06 + 16 \times 21 + 19.9 \times 0.94} = 1.3\%$ 。

11. 氯化鈣管之重為30.1293克,若1容空氣重15.2134克,通過此管後,其管重為30.3405克,問此容空氣中所含水蒸氣之百分率為何?

[解] 氯化鈣管吸收水蒸氣之重為

$$30.3405 - 30.1293 = 0.2112,$$

故知水蒸氣在此容空氣中之百分率為

$$15.2134 : 0.2112 = 100 : x, \therefore x = 1.39\%.$$

12. 硝酸鈉與硝酸鉀比較,孰含多量之氮?

[解] 硝酸鈉之分子量為

$$23 + 14.008 + 48 = 85.008,$$

其中所含之氮素為

$$\frac{14.008 \times 100}{85.008} = 16.47\%.$$

硝酸鉀之分子量為

$$39.1 + 14.008 + 48 = 101.108,$$

其中所含之氮素為

$$\frac{14.008 \times 100}{101.108} = 13.85\%$$

故知硝酸鈉中較硝酸鉀所含氮素為多。

13. 100 升之乾燥空氣，含若干升之氮？其重為若干？

[解] 氮在空氣中，佔 21.00% 容積，故 100 升之乾燥空氣有氮 21 升，而 1 升氮之重為 1.2507 克，氮 21 升之重量為 $21 \times 1.2507 = 26.2647$ 克。

14. 通氫於紅熱之氧化銅之上，得如下之數值，問水之重量百分組成如何？

(1) 氧化銅及管之重量 $\left\{ \begin{array}{l} \text{實驗前 } 167.299 \text{ 克} \\ \text{實驗後 } 157.118 \text{ 克} \end{array} \right.$

(2) 氯化鈣管之重量 $\left\{ \begin{array}{l} \text{實驗前 } 213.179 \text{ 克} \\ \text{實驗後 } 224.632 \text{ 克} \end{array} \right.$

[解] 氧化銅及管重量之差為 167.299 克 - 157.118 克 = 10.181 克，即氫與氧化合之重量；又氯化鈣管之重量之差為 224.632 克 - 213.179 克 = 11.453 克，即所生成水之重； 11.453 克 - 10.181 克 = 1.272 克，即氫之重，故得下式：

$$11.453 : 10.181 = 100 : x,$$

$$\therefore x = \frac{1018.1}{11.453} = 88.9\% \dots\dots\dots \text{氧}$$

$$11.453 : 1.272 = 100 : x,$$

$$\therefore x = \frac{127.2}{11.453} = 11.1\% \dots\dots\dots \text{氫}$$

15. 試求沼氣之重量百分組成。

[解] 沼氣 CH_4 之分子量為

$$12.005 + 4.032 = 16.037,$$

故得

$$16.037 : 12.005 = 100 : x,$$

$$\therefore x = \frac{1200.5}{16.037} = 75\% \dots\dots\dots \text{碳}$$

$$16.037 : 4.032 = 100 : x,$$

$$\therefore x = \frac{403.2}{16.037} = 25\% \dots\dots\dots \text{氫}.$$

16. 纖維素之經驗公式為 $C_6H_{10}O_5$, 試求其百分組成

[解] 依纖維素經驗公式 $C_6H_{10}O_5$, 得其分子量為

$$6 \times 12.005 + 10 \times 1.008 + 5 \times 16 = 72.03 + 10.08 + 80 = 162.11,$$

故得比例:

$$162.11 : 72.03 = 100 : x,$$

$$\therefore x = \frac{7203}{16211} = 44.44\% \dots\dots\dots \text{碳}.$$

$$162.11 : 10.08 = 100 : x,$$

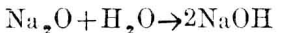
$$\therefore x = \frac{1008}{16211} = 6.17\% \dots\dots\dots \text{氫}.$$

$$162.11 : 80.00 = 100 : x,$$

$$\therefore x = \frac{8000}{16211} = 49.39\% \dots\dots\dots \text{氧}.$$

17. 苛性鈉之品位, 通常以其中所含之氧化鈉之百分率表之, 稱為度, 問化學的純粹之苛性鈉為若干度?

[解] 由方程式:



$$62 \text{ 克} \qquad 2 \times 40.008 \text{ 克}$$

得 $80.016 : 62 = 100 : x,$

化學的純粹之苛性鈉之品位 $x = \frac{6200}{80.016} = 77.5 \text{ 度}.$

18. 今以 1 升中含有 20 克之苛性鈉溶液 60c.c., 與食醋 40 克作用, 適達中和, 問此食醋中醋酸之百分率如何?

[解] 1 升中含 20 克之苛性鈉溶液 60c.c. 中, 有苛性鈉

若將此容積換算至 $17^{\circ},754$ 毫米時，則得容積爲

$$\frac{21.04 \times 760 \times 290}{754 \times 273} = 22.41 \text{ 升.}$$

又使此氨氣悉被吸收於 1 仟克之水中，則氨水之重爲
 $1000 + 21.04 \times 0.771 = 1016.22$ 克，

故知其濃度爲 $\frac{16.22 \times 100}{1016.22} = 1.59\%$.

21. 硫酸銨及智利硝石，在肥料上之價值，視其所含之氮量爲斷，試以數字表之。

[解] 硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之分子量爲 $28 + 8 + 32 + 64 = 132$ ，其中 N 之量爲 28。

智利硝石 NaNO_3 之分子量爲 $23 + 14 + 48 = 85$ ，其中 N 之量爲 14。

故二者氮量之比爲

$$\frac{28}{132} : \frac{14}{85} \quad \text{即 } 85 : 66.$$

22. 將錐藥 5 克，充分氧化之後，得 5.8 克之氧化物，問此錐藥之組成如何？

[解] 錐藥爲錫與鉛之合金，設在 5 克錐藥中，錫之重爲 x 克，則鉛之重爲 $(5-x)$ 克，當錐藥充分氧化後，錫則化爲氧化錫 SnO_2 ，其分子量爲 $119 + 2 \times 16 = 151$ ，鉛則化爲一氧化鉛 PbO ，其分子量爲 $207 + 16 = 223$ 。

故 $x \times \frac{151}{119} + (5-x) \times \frac{223}{207} = 5.8$ ， $\therefore x = 2.158$ 克，

錫在錐藥中之成分爲

$$\frac{2.158 \times 100}{5} = 43.16\%.$$

鉛在錒藥中之成分爲

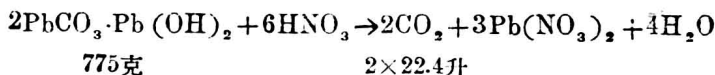
$$\frac{2.842 \times 100}{5} = 56.84\%$$

23. 加硝酸於 1 克之鉛白，於溫度 20° ，壓力 70 釐米時，發生之 15 c. c. 二氧化碳，問此鉛白中所含鹽基式碳酸鉛之百分率若干？

[解] 將所發生之 15 c. c. 二氧化碳算至標準狀況時，得其容積爲

$$15 \times \frac{70}{76} \times \frac{273}{273+20} = 12.87 \text{ c. c.}$$

據方程式：



得此鉛白中所含鹽基式碳酸鉛之百分率爲

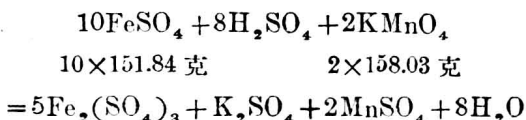
$$\frac{775 \times 12.87}{44800} \times \frac{100}{1} = 22.3\%$$

24. 取鐵線 1.529 克，溶於過剩之稀硫酸，使不與空氣接觸沖淡爲 250 c. c. 今取此液 25 c. c.，以 $\frac{1}{10}$ 規定之高錳酸鉀滴定之，須 27.2 c. c. 始達中和，問此鐵所含不純物之百分率若干？

[解] 鐵線 1.529 克與稀硫酸作用，生硫酸亞鐵沖淡爲 250 c. c. 後，取用 25 c. c.，則其中所有 Fe 之重爲 0.1529 克，而 $\frac{1}{10}$ 規定之高錳酸鉀液 27.2 c. c. 中所有 KMnO_4 之重爲

$$\frac{3.161 \times 27.2}{1000} = 0.086 \text{ 克.}$$

據方程式：



得 0.086 克高錳酸鉀應與硫酸亞鐵中之鐵作用之重為

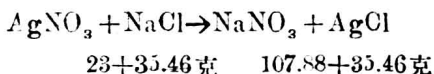
$$\frac{10 \times 55.84 \times 0.086}{2 \times 158.03} = 0.15194 \text{ 克,}$$

故此鐵線所含之不純物之百分率為

$$\frac{(0.1529 - 0.15194) \times 100}{0.1529} = 0.6\%.$$

25. 取粗製食鹽 1 克,加水使成溶液後,以硝酸銀使生沉澱,秤其重量得 2.4382 克,問試品中含氯之量若干?

[解] 由方程式:



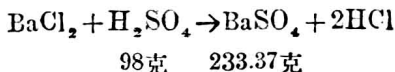
得食鹽一克中氯之重為

$$\frac{35.46 \times 2.4382}{143.34} = 0.6032 \text{ 克,}$$

故知此試品中含氯之量為 60.32%.

26. 加氯化鋇於某種水溶液 20 c. c. 中時,得硫酸鋇之沉澱 0.976 克,問此溶液中硫酸之百分率如何?

[解] 由方程式:



得 20 c. c. 溶液中硫酸之量為

$$\frac{98 \times 0.976}{233.37} = 0.4098 \text{ 克,}$$

故知此溶液中硫酸之百分率為