

數理化學習參考叢書

化學計算題解

陳朔南編



北京書店刊行

化學計算題詳解

有 版 權

編 者 陳 朔 南

出 版 者 北 京 書 店

發 行 者 北 京 書 店

總店：北京琉璃廠九六號

電話：三局四九二五號

上海福州路420弄崇讓里19號

電話：九五九四五號

分 店

石家莊中山路一二六號

電話：三四一〇號

經 售 處 全 國 各 大 書 店

一九五三年一月修訂三版

目 次

第一章	定律.....	1
第二章	公式.....	5
第三章	百分組成、當量、原子價、原子量、分子量	7
第四章	實驗式、分子式、方程式.....	31
第五章	物質的製取.....	44
第六章	溶液、中和、電離、生成熱.....	74
第七章	氣體的性質.....	100

化學計算題詳解

第一章 定律

1. 物質不滅定律 地球上的物質，只能改變其形狀，而不能消滅。如洋燭燃點後雖然消失，卻變成水汽和碳酸氣而存在。

2. 質量不滅定律 任何物質發生化學變化時，其變化前和變化後諸物質質量的總和常相等。

3. 定比定律 任何化合物的各成分間，其質量恆成一定不變的比。

4. 倍比定律 甲乙二種元素能化合成二種以上的化合物時，其與一定質量的甲元素相化合的乙元素，其化合的質量必成簡單整數的比。

5. 互比定律 乙和丙兩元素各與一定質量的甲元素化合時，乙丙兩元素的質量的比，與乙丙自相化合時乙和丙的質量的比相等，或成簡單整數的比。

6. 給呂薩克(Gay-Lussac)氣體反應定律 氣體互相反應時，其體積恆為成簡單整數的比；若生成物亦為氣體，其體積亦和反應氣體成簡單整數的比。

7. 亞佛加德羅(Avogadro)定律 在同溫度同壓力之下，同體積的一切氣體含有同數個分子。

8. 波義耳(Boyle)定律 在一定溫度之下，一定質量的氣體體積與其所受的壓力成反比。

9. 給呂薩克(或查理 Charles) 定律 在一定壓力之下,一定質量的氣體,當溫度升高或降低 1°C 時,其體積將增加或減少,其在 0°C 時的體積的 $\frac{1}{273}$ 。
或在一定壓力之下,一定質量的氣體的體積,與絕對溫度成正比。

10. 波義耳、查理定律(氣體定律) 氣體的體積與其壓力成反比,與絕對溫度成正比。

11. 分壓定律 數種氣體混合後的全壓力,等於各種氣體單獨存在時的壓力的總和,惟溫度保持一定。

12. 格拉模(*Graham*)氣體擴散定律 氣體擴散的速率,與其密度的平方根成反比。

13. 亨利(*Henry*) 定律 在一定溫度之下,氣體的溶解度通常與其壓力成正比;壓力的增減,對溶解氣體體積的數量成正比。此定律亦稱氣體的溶解度定律。

14. 拉烏爾(*Raoult's*)定律 在一定溫度之下,在定量的同溶劑中,雖有不同的溶質,則溶劑的蒸汽壓的減小,與溶質的克分子濃度成正比。

15. 溶液的滲透壓力定律 溶液的滲透壓力與溶液中溶質的濃度成正比,與絕對溫度成正比;若溫度一定時,則溶液的滲透壓力與體積成反比。

或同體積的各種溶液,在同溫度同滲透壓力之下,當含有同數的溶質分子。反之,若溶質分子相等,

則其滲透壓力必等。

16. 溶液的沸點，凝固點定律

(1) 稀薄溶液的沸點上升，凝固點下降，與其濃度成正比。

(2) 同一溶劑中，溶有一定克分子量的溶質，不關溶質的種數，溶液的沸點上升，凝固點下降，常呈一定的值。

17. 質量作用定律 化學變化的速度，與參與變化的各物質的分子濃度成正比。此定律亦稱分子濃度定律，

18. 凡特荷甫(*Van't Hoff*)原理 升高溫度，可使反應向吸熱的一方進行；減低溫度，可使反應向放熱的一方進行。

19. 雷沙特雷(*Le Chatelier*)定則 外界狀況不論是壓力、溫度或濃度的變更，可使平衡發生移動，而作用只向反抗其影響的一方進行，以冀復成新平衡。

20. 溶解度積定律 在一定溫度之下，微溶性的電解質，在飽和溶液中的離子的克分子濃度的積為一定的值。此值稱為溶解度積。

21. 相同離子的效應 在電解質的溶液中，若加入與其中一種離子相同的離子，可使該電解質的溶解度減小而起沈澱。

22. 電解質的溶解規律 若一種電解質的離子的濃度的積，高於在飽和溶液中該物質的溶解度積時，

即生該物質的沈澱。反之，若小於溶解度積時，則該電解質便繼續溶解，使得達到其溶解度積的常數值。

23. 法拉第 (Faraday) 電解定律

(1) 由電解液中析出物質的質量，和通過的電量成正比。

(2) 用相等的電量析出各種物質的質量，和各物質的化學當量成正比。

24. 度隆、彼蒂德 (Dulong and Petit) 定律 一固體元素的原子量與其比熱的積，約為 6.4。

25. 赫斯 (Hess) 定律 凡化學反應的始末物質如相同，不論中途係直接變化，或經數次連續變化，其放出或吸收熱的總量均相同。

第二章 公式

1. 氣體的分子量

$$\text{氣體的分子量} = \frac{\text{氣體的重量}}{\text{與此氣體同狀態下同體積的氧的重量}} \times 32.$$

2. 波義耳定律 $P:P' = V':V$, 或 $PV = P'V'$.

P 和 V 各為原氣體的壓力和體積, P' 和 V' 各為變化後氣體的壓力和體積.

3. 給呂薩克定律 $V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$.

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{T_t}{T_0}.$$

V_0 和 T_0 各為 0°C 時氣體的體積和絕對溫度, V_t 和 T_t 各為熱至 $t^\circ\text{C}$ 時的體積和絕對溫度.

4. 氣體方程式 $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$

V 為壓力 P 、溫度 T' (即 $273 + t$) 時氣體的體積, V' 為壓力變至 P' 、溫度變至 T' (即 $273 + t'$) 時氣體的體積.

5. 氣體擴散公式 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{D_2}}{\sqrt{D_1}}$.

R_1 和 D_1 各為甲氣體的擴散率和密度, R_2 和 D_2 各為乙氣體的擴散率和密度.

6. 化合當量 化合當量 = $\frac{\text{原子量}}{\text{原子價}}$.

7. 度隆 彼蒂德定律 原子量 $\times$ 比熱 = 6.4,

$$\text{原子量} = \frac{6.4}{\text{比熱}}.$$

8. 溶液的沸點及凝固點升降 $n:M=\Delta t:K$.

M 爲某物質的分子量, n 爲該物質溶入於 1000 克溶劑中的克數, Δt 爲 1000 克溶劑中溶入 n 克物質後的溶液的沸點上升或凝固點下降的度數, K 爲 1000 克溶劑中溶入 1 克分子溶質後的溶液的沸點上升或凝固點下降的度數 (稱爲克分子沸點上升或凝固點下降).

9. 酸與鹼的定量 $NV=N'V'$

N 和 V 各爲酸的濃度當量和體積, N' 和 V' 各爲鹼的濃度當量和體積.

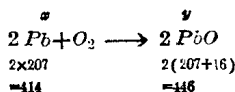
10. 電離度 $\text{電離度} = \frac{\text{已電離的電解質的量}}{\text{溶液中電解質的總量}}.$

第三章

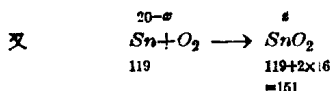
百分組成、當量、原子價、原子量、分子量

1. 20 克的白鐵，因氧化而得氧化鉛和氧化錫的混合物 23.232 克，問這白鐵的百分組成如何？

【解】 設白鐵中含鉛的量爲 x ，則其中含錫的量爲 $20-x$ ，設因氧化而得的氧化鉛爲 y ，氧化錫爲 z ，由方程式



則 $414:x = 446:y$, $\therefore y = \frac{446}{414}x$ 克;



則 $119:(20-x) = 151:z$ $\therefore z = \frac{151}{119}(20-x)$ 克;

由題意，得 $y+z=23.232$,

$$\frac{446}{414}x + \frac{151}{119}(20-x) = 23.232,$$

$\therefore x = 11.2$ 克; $20-x = 20 - 11.2 = 8.8$ 克.

白鐵的百分組成為:

$$\text{鉛} \quad \frac{11.2}{20} = 0.56 = 56\%,$$

$$\text{錫} \quad \frac{8.8}{20} = 0.44 = 44\%.$$

【答】 白鐵的百分組成為，鉛 56%，錫 44%。

2.* 求硫酸中各元素重量的百分率。

【解】 硫酸的分子式爲 H_2SO_4 ,

$$H_2SO_4 \text{ 的分子量} = 2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98,$$

硫酸中各元素的百分率爲：

$$\text{硫} \quad \frac{S}{H_2SO_4} = \frac{32}{98} = 0.3265 = 32.65\%,$$

$$\text{氫} \quad \frac{2H}{H_2SO_4} = \frac{2 \times 1}{98} = 0.0204 = 2.04\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{4O}{H_2SO_4} = \frac{4 \times 16}{98} = 0.653 = 65.3\%.$$

【答】 硫酸中各元素重量的百分率爲硫 32.65%，氫 2.04%，氧 65.3%。

3. 氰氨化鈣和硫酸銨都用作肥料，試計算其含氮的百分率。

【解】 氰氨化鈣的分子式 $CaCN_2$,

$$\text{原子量:} \quad Ca=40, \quad C=12, \quad N=14,$$

$$\text{氰氨化鈣的分子量} = 40 + 12 + 14 \times 2 = 80,$$

$$\frac{2N}{CaCN_2} = \frac{2 \times 14}{80} = \frac{28}{80} = 35\% \text{ 氮};$$

硫酸銨的分子式 $(NH_4)_2SO_4$,

$$\text{原子量:} \quad N=14, \quad H=1, \quad S=32, \quad O=16,$$

$$\text{硫酸銨的分子量} = (14+4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132,$$

$$\frac{2N}{(NH_4)_2SO_4} = \frac{28}{132} = 21.2\% \text{ 氮}.$$

【答】 氰氨化鈣含氮 35%，硫酸銨含氮 21.2%。

✓ 4. 取銅銀合金 1 克，入硝酸中溶之，再加鹽酸，
8 則得氯化銀的沈澱 0.85 克。問此合金中各成分之百分組成如何？

【解】 原子量: $Ag=107.88, \quad Cl=35.5,$

∴ $AgCl$ 的分子量 $= 107.88 + 35.5 = 143.4$,

即 143.4 分的氯化銀中，含銀 107.88 分，

故 0.85 克氯化銀中含銀的重

$$= 0.85 \times \frac{107.88}{143.4} = 0.64 \text{ 克.}$$

∴ 合金的百分組成為：

銀 $0.64 \div 1 \times 100\% = 64\%$,

銅 $1 - 64\% = 36\%$.

【答】銅銀合金的百分組成為銀 64%，銅 36%。

5.* 試求氯酸鉀，氫氧化鈉的百分組成。

【解】(1) 氯酸鉀的分子式為 $KClO_3$,

∴ 分子量 $= 39 + 35.5 + 3 \times 16 = 122.5$

氯酸鉀的百分組成為：

$$\text{鉀} \quad \frac{K}{KClO_3} = \frac{39}{122.5} = 0.318 = 31.8\%,$$

$$\text{氯} \quad \frac{Cl}{KClO_3} = \frac{35.5}{122.5} = 0.290 = 29\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{3O}{KClO_3} = \frac{3 \times 16}{122.5} = 0.392 = 39.2\%.$$

(2) 氫氧化鈉的分子式為 $NaOH$.

∴ 分子量 $= 23 + 16 + 1 = 40$.

氫氧化鈉的百分組成為：

$$\text{鈉} \quad \frac{Na}{NaOH} = \frac{23}{40} = 0.575 = 57.5\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{O}{NaOH} = \frac{16}{40} = 0.4 = 40\%,$$

$$\text{氫} \quad \frac{H}{NaOH} = \frac{1}{40} = 0.025 = 2.5\%.$$

6. 某氮化合物 0.516 克，分析之，得 128 c.c. 的氮，問氮的含量為百分之幾？

【解】 設 128 c.c. 氮的質量為 x 克，

因氮 1 克分子量的體積為 22.4 升，即 28 克氮的體積為

$$22.4 \text{ 升} = 22400 \text{ c.c.},$$

$$\therefore 22400:128=28:x,$$

$$\therefore x = \frac{128 \times 28}{22400} = 0.16 \text{ 克}.$$

即 0.516 克的氮化合物中含有氮 0.16 克，

$$\text{故 含氮的百分比} = \frac{0.16}{0.516} = 0.3108 = 31.08\%.$$

【答】 某氮化合物中的含氮量為 31.08%。

7. 計算下列各化合物的百分組成：(1) 硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，(2) 蔗糖 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，(3) 磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，(4) 樟腦 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ ，(5) 焦油腦 C_{10}H_8 。

【解】 (1) 硫酸銨： 原子量： $N=14, H=1, S=32, O=16$ ；

$$\text{硫酸銨的分子量} = (14+4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132,$$

$$\text{氮} \quad \frac{2N}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = \frac{28}{132} = 21.2\%,$$

$$\text{硫} \quad \frac{S}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = \frac{32}{132} = 24.2\%.$$

$$\text{氫} \quad \frac{8H}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = \frac{8}{132} = 6.1\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{4O}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = \frac{64}{132} = 48.5\%.$$

(2) 蔗糖： 原子量： $C=12, H=1, O=16$ ，

$$\text{蔗糖的分子量} = 12 \times 12 + 22 + 16 \times 11 = 342,$$

$$\text{碳} \quad \frac{12C}{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \frac{144}{342} = 42.1\%,$$

$$\text{氫} \quad \frac{22H}{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \frac{22}{342} = 6.4\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{11O}{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \frac{176}{342} = 51.5\%,$$

(3) 磷酸鈣： 原子量： $Ca=40$, $O=16$, $P=31$,

磷酸鈣的分子量 $=40 \times 3 + (31 + 16 \times 4) \times 2 = 310$,

$$\text{鈣} \quad \frac{3Ca}{Ca_3(PO_4)_2} = \frac{120}{310} = 38.7\%,$$

$$\text{磷} \quad \frac{2P}{Ca_3(PO_4)_2} = \frac{62}{310} = 20\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{8O}{Ca_3(PO_4)_2} = \frac{128}{310} = 41.3\%.$$

(4) 樟腦： 原子量： $C=12$, $H=1$, $O=16$,

樟腦的分子量 $=12 \times 10 + 16 + 16 = 152$,

$$\text{碳} \quad \frac{10C}{C_{10}H_{10}O} = \frac{120}{152} = 78.9\%,$$

$$\text{氫} \quad \frac{10H}{C_{10}H_{10}O} = \frac{10}{152} = 6.58\%$$

$$\text{氧} \quad \frac{O}{C_{10}H_{10}O} = \frac{16}{152} = 10.5\%.$$

(5) 焦油腦： 原子量： $C=12$, $H=1$,

焦油腦分子量 $=12 \times 10 + 8 = 128$,

$$\text{碳} \quad \frac{10C}{C_{10}H_8} = \frac{120}{128} = 93.75\%,$$

$$\text{氫} \quad \frac{8H}{C_{10}H_8} = \frac{8}{128} = 6.25\%.$$

✓ 8. 分析黃銅礦 2.5 克時，得一氧化銅 0.3129 克，求此銅礦中含銅的百分率？

【解】 一氧化銅 CuO 的分子量 $=63.6 + 16 = 79.6$,

$$\text{含銅的百分比} = \frac{63.6}{79.6} = 0.799 = 79.9\%,$$

一氧化銅 0.3129 克中含銅量為

$$0.3129 \times 79.9\% = 0.25 \text{ 克},$$

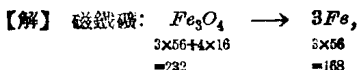
即黃銅礦 2.5 克含有銅 0.25 克，設黃銅礦 100 克。含銅

$$x \text{ 克}, \text{ 則 } 2.5:100 = 0.25:x,$$

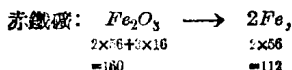
$$\therefore x = \frac{100 \times 0.25}{2.5} = 10 \text{ 克.}$$

【答】黃銅礦的含銅量為 10%。

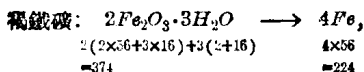
9. 試用百分率比較磁鐵礦、赤鐵礦、褐鐵礦、菱鐵礦的含鐵量。



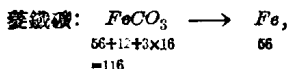
$$\therefore \text{含鐵的量} = \frac{168}{232} = 0.7241 = 72.41\%;$$



$$\therefore \text{含鐵的量} = \frac{112}{160} = 0.70 = 70\%;$$



$$\therefore \text{含鐵的量} = \frac{224}{374} = 0.5984 = 59.89\%;$$



$$\therefore \text{含鐵的量} = \frac{56}{116} = 0.4828 = 48.28\%.$$

【答】含鐵量的百分率為磁鐵礦 72.41%，赤鐵礦 70%，褐鐵礦 59.89%，菱鐵礦 48.28%。

10. 試計算螢石中 (CaF_2) 氟的百分率。

【解】螢石的分子式為 CaF_2 ,

原子量： $Ca=40, F=19$,

螢石的分子量 $= 40 + 19 \times 2 = 78$,

$$\frac{2F}{CaF_2} = \frac{38}{78} = 48.7\%.$$

【答】螢石中氟的百分率為 48.7%。

11. 試計算水化氯化鋇 ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) 中氯的百分率。

【解】 水化氯化鋇的分子式爲 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$,

原子量: $Ba=137$, $Cl=35.5$, $H=1$, $O=16$,

水化氯化鋇分子量 $=137+35.5 \times 2+2(2+16)=244$,

$$\frac{2Cl}{BaCl_2 \cdot 2H_2O} = \frac{71}{244} = 29.1\%.$$

【答】 水化氯化鋇中氯的百分率爲 29.1%。

12. 乾燥的蔗糖 68.4 克中, 含有純碳若干克?

【解】 蔗糖的分子式爲 $C_{12}H_{22}O_{11}$,

原子量: $C=12$, $H=1$, $O=16$,

蔗糖的分子量 $=12 \times 12+22+16 \times 11=342$,

$$\frac{12C}{C_{12}H_{22}O_{11}} = \frac{144}{342} = \frac{42.1}{100},$$

$$68.4 \times \frac{42.1}{100} = 28.8 \text{ 克}.$$

【答】 乾燥蔗糖 68.4 克, 含有純碳 28.8 克。

13. 求普魯士藍中鐵的百分率。

【解】 普魯士藍分子式爲 $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$,

原子量: $Fe=56$, $C=12$, $N=14$,

普魯士藍分子量 $=56 \times 4 + [56 + (12+14) \times 6] \times 3 = 860$,

$$\frac{7Fe}{Fe_4[Fe(CN)_6]_3} = \frac{392}{860} = 45.6\%,$$

【答】 普魯士藍中含鐵 45.6%。

14. 假定血中紅色物質即血球素的分子式爲 $C_{758}H_{1203}N_{195}S_3Fe$, 試計算鐵的百分數。

【解】 原子量: $Fe=56$, $C=12$, $H=1$, $N=14$, $S=32$,

∴ 血球素的分子量

$$=12 \times 758 + 1203 + 14 \times 195 + 32 \times 3 + 56 = 13181.$$

血球素中鐵的百分數為：

$$\frac{Fe}{C_{758}H_{1203}N_{195}S_3Fe} = \frac{56}{13181} = 0.425\%$$

【答】血球中鐵的百分數為 0.425%。

15. 明礬的分子式為 $K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$ ，試計算明礬中結晶水和氧的百分數各若干？

【解】原子量： $K=39$ ， $Al=27$ ， $S=32$ ， $O=16$ ， $H=1$ ，
明礬的分子量

$$= 39 \times 2 + 27 \times 2 + (32 + 16 \times 4) \times 4 + 24(2 + 16) = 948,$$

明礬中結晶水的百分數為：

$$\frac{24H_2O}{K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O} = \frac{432}{948} = 45.6\%,$$

又明礬中氧的百分數為：

$$\frac{400}{K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O} = \frac{640}{948} = 67.5\%.$$

【答】明礬中含結晶水 45.6%，含氧 67.5%。

16. 還原 9 克的氧化鐵，能得鐵 6.3 克，試求鐵的當量。

【解】設鐵的當量為 x ，即與 8 克氧化合所需鐵的量。

氧化鐵 9 克中含有鐵 6.3 克，則

含氧的量 = $9 - 6.3 = 2.7$ 克，

$$2.7 : 8 = 6.3 : x, \quad \therefore x = \frac{8 \times 6.3}{2.7} = 18.7.$$

【答】鐵的當量為 18.7。

17.* 求 $Fe(OH)_3$ 及 $Al_2(SO_4)_3$ 的化學當量。

【解】由分子式 $Fe(OH)_3$ ，知 Fe 的原子價為 3，此化合物一分子中含 Fe 一個原子，則其

$$\text{化學當量} = \frac{Fe(OH)_3}{1 \times 3} = \frac{56 + 3(16 + 1)}{3} = 35.67.$$

由分子式 $Al_2(SO_4)_3$ ，知 Al 的原子價為 3，此化合物一