

#3

151642

算與化學方程式

CHEMICAL PROBLEMS & CHEMICAL EQUATIONS

王葭齡 吳 滄 編

上海新中國出版社印行

化學計算與化學方程式

CHEMICAL PROBLEMS & CHEMICAL EQUATIONS

王葭齡 吳 滄 編

上海新中國出版社印行

編輯大意

1. 化學計算在許多化學原理的闡明和化學應用到工程上的時候，都有很大的幫助，而許多化學計算又必須依據化學方程式；故二者相互為用，在化學教材中非常重要，但普通教科書為顧及一般程度，且以篇幅所限，往往未能作進一步之研討，以致初習化學者常覺計算與方程式最感困難。

2. 本書編者積多年教授之經驗，參酌現代中學生之程度而編著此書，備供普通高中，師範學校及職業學校所用化學教本之補充書籍，即程度較優之初中三年級學生亦可適用。

3. 習題均附答案，以便學生自修練習，故雖無教師亦可自通。

4. 各組習題由淺入深，雖應用同一原理而形式各異，如此既使學生不感煩悶而且對於一原理有澈底之瞭解。

5. 方程式三百則為普通化學教科書不常經見，而實際上均頗重要，以便學生查閱練習之用。

6. 本書所用名詞悉照教育部所頒化學命名原則，一切術

語均用現時最通行之學名。

7. 本書編印匆促，疵類之處，在所難免，尙祈海內鴻博，不吝指正爲幸！

編者識

目 次

類	頁
I. 由分子式求分子量·····	1—3
習題 1—3 組·····	3—6
II. 求化合物的百分組成·····	7—9
習題 4—6 組·····	9—11
III. 從組成求分子式·····	11—14
習題 7—9 組·····	15—17
IV. 從化學方程式求反應物的重量·····	17—19
習題 10—13 組·····	19—22
V. 求氣體反應中的體積·····	23—24
習題 14—16 組·····	24—27
VI. 氣體在標準狀態時的體積·····	28—30
習題 17—21 組·····	30—34
VII. 溫度與壓力對於氣體體積的影響·····	35—39
習題 22—24 組·····	39—41

VIII. 化學上的基本定律	42—43
習題 25—26 組	43—45
IX. 當量	45—49
習題 27—29 組	49—52
X. 求原子量	52—53
習題 30—32 組	53—56
XI. 求分子量	56—60
習題 33—36 組	60—64
XII. 容量分析計算法	64—73
習題 37—41 組	74—78
XIII. 英國各著名大學入學試題	78—83
XIV. 本國各著名大學入學試題	83—87
XV. 怎樣寫化學方程式	87—112
附 錄 1. 原子量表	113
2. 水蒸氣壓力表	113
3. 化學藥品價目表 (a, b)	114
4. 重要合金組成表	115
5. 元素的比重與熔點表	116
6. 英美制與萬國制度量衡單位表	117

鈉(Na), 氧(O), 氫(H)各一原子,

在原子量表中查得各元素的原子量:

$$\text{鈉(Na)} = 23$$

$$\text{氧(O)} = 16$$

$$\text{氫(H)} = 1$$

$$\text{總和} = 40$$

∴ 氫氧化鈉的分子量 = 40

例題 2.——求硝酸鉛[Pb(NO₃)₂]的分子量.

解: 原子量:

$$\text{Pb} = 207 \quad \text{N} = 14 \quad \text{O} = 16$$

$$\therefore \text{Pb} = 207 \quad \text{N} = 14 \quad \text{O}_3 = 48$$

$$\text{Pb(NO}_3)_2 = 207 + (14 + 48)_2 = 207 + 124 = 331$$

∴ 硝酸鉛的克分子量 = 331克.

例題 3.——求洗濯鹼[Na₂CO₃·10H₂O]的分子量.

解: 原子量:

$$\text{Na} = 23 \quad \text{C} = 12 \quad \text{O} = 16 \quad \text{H} = 1 \quad \text{O} = 16$$

$$\therefore \text{Na}_2 = 46 \quad \text{C} = 12 \quad \text{O}_3 = 48 \quad \therefore \text{H}_2 = 2 \quad \text{O} = 16$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 46 + 12 + 48$$

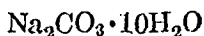
$$\text{H}_2\text{O} = 2 + 16 = 18$$

$$= 106$$

$$\therefore 10\text{H}_2\text{O} = 10 \times 18 = 180$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 106 + 180 = 286$$

或用簡式表示也可以：



$$46 + 12 + 48 + 10(2 + 16) = 286$$

洗濯鹼的分子量 = 286

演 習 步 驟

1. 寫分子式。
2. 查得各元素的原子量。
3. 原子量相加, 求出總和。

習 題

1.

1. 寫出下列各式所代表的重, 並以克為單位:

H, 2H, H₂, O₂, 2O₃, 5N₂. 答: 1克, 2克, 2克, 32克, 96克, 140克。

2. 計算氯化氫(HCl)的分子量。 答: 36.5

3. 過氧化氫(H₂O₂)1克分子的重量是多少? 答: 34克

4. 寫出一氧化碳(CO)及氨(NH₃)的蒸氣密度, (分子量 = 2 × 蒸氣密度)。 答: 14, 8.5

5. 食鹽(NaCl)的分子量是不是大於50? 答: 是

6. 碘化鎂(MgI₂)和氯化錳(MnCl₂)的分子量相差多少?

答: 152

***做習題之前學者須注意下列各條要則:**

1. 本書所列習題, 都根據實際情形, 並非憑空意造的。練習時必先設身處地, 好像自己已在做實驗, 仔細求出準確答案, 便覺興趣盎然。如果事先已存着化學計算為煩瑣而厭惡的心, 理那末學習化學難以成就。

2. 練習時務須養成按步就班, 循序而進的習慣。本書內容共分十二類, 習題分四十一組, 每類由淺入深, 每組六題, 形式各異, 勢非逐一演習不可。遇到困難的地方, 就把指導內容和所舉例題反覆研討, 再加思索, 定能迎刃而解。切忌捨難取易, 挑選演習, 依然是不澈底的瞭解。

3. 附表內的原子量及其他各種常數, 毋庸記憶, 免得多耗時間和精力。任何化學書本上都有此類附表, 以供查考。

4. 題內用到的化學藥品的價目, 也有附表備查, 這都是1937年英國市價。第二次歐戰爆發以後, 中國市上舶來品的價格飛漲, 尤其是化學工業原料與昔大不相同。特另附一表, 為1946年八月的上海市價, 以資比較。

5. 本書宗旨在使初學者運用化學原理於各種計算方面, 並非令學生作算學練習。故所選習題力免數字繁復不切實際的弊病。

6. 作題時列出方程式後, 即注意消去分母或移項手續。留心括出因素, 可省却許多麻煩, 例如224, 700, 278三數在化學計算上時常用到, 應當曉得他們的因素如次:

$$224 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 7$$

$$700 = 2 \times 2 \times 2 \times 5 \times 19$$

$$278 = 3 \times 7 \times 13$$

如遇乘積或開方, 乘方能隨時應用對數表, 亦可省卻不少工夫。

7. 數字相乘後的積, 將其所有位數全部保留, 當然表示其精確準確。但在化學上的數量, 往往由實驗得來, 在目下儀器, 藥品以及測量方法猶未達理想的

準確時代，極易發生錯誤。所以任何積數，較由測量所得最精微的因數，不能更為精確，若取其全部位數，反為不妥。習題內答案取三位有效數字，已很足夠。此數第一，第二兩位為絕對準確，等三位用四捨五入。凡有效數字與小數點無涉，例如209, 2.09, 及0.00129三數均為三位有效數字。又如24,686用24,700；0.0026318用0.00263, 餘可類推。

8. 已得答數，必須校勘是否合理。例如欲求溶解鋅0.65克，所需硫酸的重量。答數應當近於0.98克，如果算出結果為9800克，那末一望而知為不合理，就可找出錯誤的地方，再行校正。

2.

1. 硫酸鈣 $[\text{CaSO}_4]$ 和硫酸鋅 $[\text{ZnSO}_4]$ 的分子量相加等於多少？ 答：297

2. 結晶氯化鋇 $[\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 的分子量比無水氯化鋇 $[\text{BaCl}_2]$ 大多少？ 答：36

3. 生石灰 $[\text{CaO}]$ 加水變成消石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 時，分子量增減多少？ 答：增18

4. 設空氣的蒸氣密度為15，那末下列各物，那幾種比空氣輕：氨 $[\text{NH}_3]$ ，二氧化碳 $[\text{CO}_2]$ ，氧 $[\text{O}_2]$ ，沼氣 $[\text{CH}_4]$ ，一氧化二氮 $[\text{N}_2\text{O}]$ ， 答：氨，沼氣

5. 指出下列各物內分子量最小和最大的各一種：硝酸鈉 $[\text{NaNO}_3]$ ，氯酸鉀 $[\text{KClO}_3]$ ，結晶硫酸鎂 $[\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ ，氯化鋅 $[\text{ZnCl}_2]$ ，氧化汞 $[\text{HgO}]$ 。 答：硝酸鈉最小，結晶硫酸鎂最大。

6. 碳酸鎂 $[\text{MgCO}_3]$ 和草酸鎂 $[\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 的分子量，

那一種近於100? 答:碳酸鎂。

3.

1. 把下列各物的分子量,由小而大,順次排出: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($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)。 答: CuCO_3 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 。

2. 一個粗心的人,測定三氯甲烷(CHCl_3)的分子量為10.755,他預先聲明,如果結果的錯誤在6%以上,應當重行實驗,從上面看來,他究竟需要重行實驗麼? 答:要

3. 下列各物的分子量,如有超過600的指出來:碳酸鉀(K_2CO_3), 硝酸汞($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 硫化鈣(CaS), 鉀礬($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), 鉛丹(Pb_3O_4)。 答:鉀礬,鉛丹。

4. 算出下列各物的分子量:阿司匹靈($\text{C}_6\text{H}_4 \begin{matrix} \diagup \text{OCOCH}_3 \\ \diagdown \text{COOH} \end{matrix}$), 乙醚($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$), 金雞納霜($\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{N}_2$)。 答:180, 74, 324。

5. 三硝基甲苯($\text{C}_6\text{H}_2\text{CH}_3(\text{NO}_2)_3$)是一種爆發物,他的分子量是多少? 答:227

6. 某元素的原子量為29,原子價為3,試算出他的氧化物,碳酸鹽,硫酸鹽及氯化物的分子量。 答:100, 238, 340, 135.5

II. 求化合物的百分組成

(a) 已知化合物的分子式

例題 1. ——求硝酸銅 $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]$ 的百分組成.解: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

$$\frac{63.5 + (14 + 48)_2}{187.5}$$

 $\therefore \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的分子量 = 187.5187.5份 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 含Cu63.5份, N28份, O96份.

$$\text{Cu的百分率} = \frac{63.5}{187.5} \times 100 = 33.9\%$$

$$\text{N的百分率} = \frac{28}{187.5} \times 100 = 14.9\%$$

$$\text{O的百分率} = \frac{96}{187.5} \times 100 = \underline{51.2\%}$$

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

 \therefore 硝酸銅內含Cu33.9%, N=14.9%, O=51.2%例題 2. ——求結晶氯化鋇 $(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 中結晶水的百分率.解: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{array}{c} 137+71+2(2+16) \\ \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\ 208 + 36 \\ \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\ 244 \end{array}$$

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

$$\text{H}_2\text{O} \text{的百分率} = \frac{36}{244} \times 100 = 14.8\%$$

∴ 結晶氯化鈣中含結晶水14.8%

(b) 由實驗已知數

例題 1. —— 1.26 克銅片一塊，溶於濃硝酸中，把溶液蒸發至乾，剩下的氧化銅計重1.58克，求氧化銅的百分組成。

解： 氧化銅含銅和氧二元素

氧化銅的重量 = 1.58克

銅的重量 = 1.29克

∴ 氧的重量 = 0.32克

氧化銅1.58克中含銅1.29克和氧0.32克。

$$\therefore \text{銅的百分率} = \frac{1.29}{1.58} \times 100 = 79.7\%$$

$$\text{氧的百分率} = \frac{0.32}{1.58} \times 100 = 20.3\%$$

∴ 氧化銅中含銅79.7%和20.3%

演 習 步 驟

(a) 已知化合物的分子式：

1. 寫出分子式.
2. 求分子量.
3. 寫出每種元素在化合物內所佔的分數, 乘以 100, 便得百分率.
4. 結果相加, 校核總和是不是 100.

(b) 由實驗已知數:

除去(a)法中1, 2兩項.

習 題

4.

1. 硫酸(H_2SO_4)中氫佔幾分之幾? 答: $\frac{1}{49}$

2. 碳酸鈣(CaCO_3)一分中, 鈣碳氧三元素各佔多少?

答: 0.4, 0.12, 0.48

3. 硫酸銨鐵($\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)中, 鐵佔幾分之幾? 答: $\frac{1}{7}$

4. 製造硫酸(H_2SO_4)7噸, 需要硫多少? 答: $2\frac{2}{7}$ 噸

5. 在近代空氣合成硝酸法中, 製造硝酸(HNO_3)21噸, 需要空氣中的氧多少? 答: 16噸

6. 洗濯鹼($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)1磅內約有結晶水幾噸?

答: 10噸

5.

1. 五種氮氧化合物 (N_2O , NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_5) 中, 那一種含氮百分率最高, 那一種含氧百分率最高? 求出之。

答: N_2O : $63\frac{7}{11}\%$, N_2O_5 : $74\frac{2}{27}\%$.

2. 烴是一類易燃的物質, 成分中含碳愈多, 燃時發煙也愈濃, 下列各物, 那一種燃時發煙最濃? 甲烷 (CH_4), 苯 (C_6H_6), 乙烯 (C_2H_4)? 答: 苯

3. 求氯酸鉀 (KClO_3) 成分的百分率。 答: K 31.8%,
C 129.0%, O 36.0%

4. 電流通過硫酸銅溶液, 把銅盡在陰極析出。加果溶液內含硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 2.495克, 那末析出的銅有多少?

答: 0.635克

5. 某甲在測定水合氯化鋇 ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 中結晶水的實驗時, 他以水合物3.60克充分加熱, 剩下無水物3.21克, 問理論結果與某甲實驗求出的結果, 比較相差多少? 答: 4%

6. 瓶內盛白色粉末, 因瓶簽模糊, 疑他為食鹽 (NaCl), 或為氯化鉀 (KCl). 分析結果知含氯47.53%, 問二者之中究為那一種? 答: KCl

6.

1. 人造肥料內含氮的百分率愈高愈好。下列各物, 那一種

肥料的價值最高：智利硝石 (NaNO_3) ，挪威硝石 $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$ ，硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，氮精化鈣 (CaCN_2) ？ 答：氮精化鈣

2. 用純硫酸鈣 (CaSO_4) 製的粉筆和用純白堊 (CaCO_3) 製的粉筆，成分內含鈣的百分率相差多少？ 答：10.6

3. 白色結晶一種，但知為硫酸鋅 $(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 或硫酸鎂 $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 。分析結果，含結晶水 51.1%，問究竟是那一種？ 答： $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

4. 氯化鎂 (MgCl_2) 中含鎂幾分之幾？ 電解熔融的氯化鎂 190 噸，理論上所得的鎂，應值多少？ 答： $\frac{24}{95} \cdot 45600$ 元

5. 食物中含碳成分最多的，發熱量也最高，由此論斷，冬令食料，葡萄糖 $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$ 與蔗糖 $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$ ，那一種相宜？ 答：蔗糖

6. 某人中砷毒後，驗得體內有砷 0.75 克，如果他是吃的砒霜 (As_2O_3) ，那末究竟吃了多少？ 答：0.99g

III. 從組成求分子式

化學式中符號下所註的數目，是表示各元素的原子比數。

譬如 H_2SO_4 就表示硫酸中氫，硫，氧，三元素的原子比數為 2:1:4。

各原子在化合物內用最簡的比數表示的式，叫做實驗式，但不得用分數。例如草酸的實驗式為 COOH 。分子式是實驗式的簡單倍數；例如草酸的分子式為 $(\text{COOH})_2$ 。所以要從實驗式求出分子式，必先知道他的分子量。

例題 1.——已知一物質含 $\text{Cu}40\%$ ， $\text{S}20\%$ ， $\text{O}40\%$ ，他的分子量為 159.5，求他的分子式。

解：先以各原子量除此百分組成，求出化合物內各元素的原子比數。再在此原子比數中擇一最小數目除各個比數，得出最簡單的比數。

元 素	百分率	原子量	原 子 比 數	最 簡 比 數
Cu	40	63.5	$\frac{40}{63.5} = 0.6$	$\frac{0.6}{0.6} = 1$
S	25	32	$\frac{20}{32} = 0.6$	$\frac{0.6}{0.6} = 1$
O	40	16	$\frac{40}{16} = 2.5$	$\frac{2.5}{0.6} = 4$

∴ 該物質的實驗式為 $\text{Cu}_1\text{S}_1\text{O}_4$ ，或寫作 CuSO_4 ，分子式應為此式的簡單倍數，假定為 $(\text{CuSO}_4)_n$ 。

$$\text{CuSO}_4 = 63.5 + 32 + 64 = 159.5$$

但已知分子量為 159.5

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

$$n = 1$$

\therefore 分子式為 CuSO_4

例題 2.——無色液體 1.7 克，內含氫 0.1 克和氧 1.6 克，他的分子量為 34，求他的分子式。

解：

元 素	重量組成	原子量	原 子 比 數	最簡比數
H	0.1克	1	$\frac{0.1}{1} = 0.1$	1
O	1.6克	16	$\frac{1.6}{16} = 0.1$	1

\therefore 實驗室為 HO

分子式為 $(\text{HO})_n$

$$\text{HO} = 1 + 16 = 17$$

但已知分子量為 34

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

$$n = 2$$

\therefore 分子式為 $(\text{HO})_2$ 或 H_2O_2

例題 3.——結晶氯化鋇 3.60 克，強熱後，失去水 0.53 克，剩下無水物 3.07 克，已知無水氯化鋇的分子量為 203，求結晶體中含結晶水幾分子。

解：凡求簡單分子所合成的複分子的公式時，先將簡單分子各以自身分子量除之，得出各分子的最簡比數。

BaCl_2 的分子量 = 208； H_2O 的分子量 = 18

分 子	重 量	分 子 量	分 子 比 數	最 簡 比 數
BaCl_2	3.07克	208	$\frac{3.07}{208} = 0.015$	$\frac{0.015}{0.015} = 1$
H_2O	0.53克	18	$\frac{0.53}{18} = 0.029$	$\frac{0.029}{0.015} = 2$

∴公式為 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

演 習 步 驟

1. 各元素在化合物內的重量或百分組成，用各自原子量除之。

2. 求出各原子的最簡比數。

3. 寫出實驗式。

4. 如果已知分子量，便可求得分子式。

凡簡單分子所合成的複分子，1項須改為：

1. 複雜化合物內的簡單分子的重量或百分組成，用各自分子量除之。

習 題

7.

1. 過氧化氫的實驗式為 HO, 分子量為 34, 求分子式。

答: H_2O_2

2. 智利硝石 85 噸內含氮多少? 答: 14 噸

3. 分析一種礦石的成分為 Ca40%, C12%, O48%, 問此為何物? 答: $CaCO_3$

4. 藥櫥內一瓶白色固體, 不知他的成分, 分析結果為鎂 60%, 氧 40%, 問此為何物? 答: MgO

5. 鈳[V]是一種稀罕元素, 原子量為 51。鈳酸的組成為 H1%, O48%, V51%, 求他的公式。 答: HVO_3

6. 某化合物有下列組成: K39%, H1%, C12%, O48%。試不用書算, 立即寫出他的公式。 答: $KHCO_3$

8.

1. 某物質的組成為 Ca20%, Br80%, 求他的公式。

答: $CaBr_2$

2. 化學家曾發現一種氮氧化合物, 他的組成為氮 72.4% 氧 27.6%。求他的公式。 答: N_2O

3. 鐵礬 [$K_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$] 的分子量超過 1000 多少? 答: 0

4. 銻(Ce)的原子量為140。他的氧化物可製汽油燈紗罩，成分內含氧14.6%。求出他的公式。 答： Ce_2O_3

5. H_2SO_x 內含氫2.4%，硫39.1%，求x的值。 答：3

6. 磷有二種氯化物：三氯化磷(PCl_3)和五氯化磷(PCl_5)。其中含磷22.5%的，是那一種？ 答： PCl_3

9.

1. Cu_xO_y 含氧11.2% 求x與y的值。 答： $x=2, y=1$

2. 肥料一罐，他的組成爲Ca50%，C15%，N35%，問此物爲何？ 答： $CaON_2$

3. 結晶硫酸銅在坩堝內加熱至略呈藍色，(無水硫酸銅爲純白色)。分析結果，其中仍含結晶水10.14%，問此略呈藍色的固體內尚含結晶水幾分子？ 答：1

4. 某人中毒後，身旁留有藥品半瓶，把瓶內物分析，他的成分爲N17.3%，K48.1%，O19.8%，C14.8%。問此毒物的公式爲何？ 答： $KCNO$

5. 盤齊立斯(Berzelius)在1811年曾溶鉛10克於硝酸，強熱後，得氧化鉛10.78克，求此種氧化物的公式。 答： PbO

6. 甲乙丙三瓶因瓶簽模糊，拿來分析，決定他們的成分如次：

甲. Na27.4%，C14.3%，O57.1%，H1.2%

乙. K31.90%, Cl28.93%, 39.17%

丙. N26.16%, H7.48%, Cl66.35%

問此三瓶簽上應怎樣寫法? 答: $\text{NaHCO}_3, \text{KClO}_3, \text{HCl}$

IV. 從化學方程式求反應物的重量

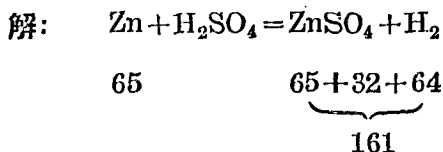
化學方程式的意義

化學方程式不僅為化學反應的縮寫，並且可以從此得悉關於化學變化中的許多事實，細讀次表，便易領悟。

符號方程式	Zn + 2HCl = ZnCl ₂ + H ₂ ↑
字句方程式	鋅和鹽酸產生氯化鋅和氫(成氣體發出)
化學單位	鋅1原子和鹽酸2分子產生氯化鋅1份子和氫1分子(2原子組成)
重量	鋅65份和鹽酸73份 $2(1+35.5)=73$ 產生氯化鋅136份和氫2份 $65+71=136$
法國制重量	鋅65克和鹽酸73克產生氯化鋅136克和氫2克
英國制重量	鋅65磅或05噸和鹽酸73磅或73噸產生氯化鋅136磅或136噸和氫2磅或2噸

例題 6. — 鋅 130 克和過量稀硫酸(H_2SO_4)作用，可得

硫酸鋅幾克？

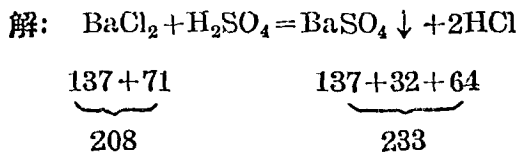


由方程式可知鋅 65g. 和稀硫酸作用, 得硫酸鋅 161g.

∴ 鋅 130g. 應得硫酸鋅

$$\frac{161}{65} \times 130 = 322\text{g.}$$

例題 2 —— 溶液內含氯化鋇(BaCl_2) 5.2 克, 加入過量硫酸, 可得硫酸鋇(BaSO_4) 幾克？



氯化鋇 208g. 產生硫酸鋇 233g.

∴ 氯化鋇 5.2g. 應產生硫酸鋇

$$\frac{233}{208} \times 5.2 = 5.8\text{g.}$$

演 習 步 驟

1. 寫出完整的化學方程式。
2. 符號或分子式的下面, 註明原子量或分子量。
3. 找出各原子量或分子量與問題內已知數的關係。

4. 用比例求出未知數。

習 題

10.

1. 欲得生石灰〔CaO〕1 噸(112磅)，需用石灰石〔CaCO₃〕多少？ 答：200磅

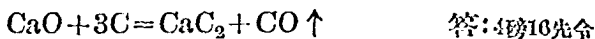
2. 鈉〔Na〕一小塊計重 0.92 克，投入盛水的皿內，把製成的溶液蒸發至乾，應得氫氧化鈉〔NaOH〕多少？ 答：1.0g.

3. 重碳酸鉀〔KHCO₃〕100克加熱後，可得碳酸鉀〔K₂CO₃〕多少？



4. 氧化鉻一種，分析結果，含氧 48%，求出他的公式。
答：CrO₃

5. 把石灰〔CaO〕1 噸(112磅)和焦碳在電爐內熱至 3000° C 所成的碳化鈣〔CaC₂〕價值多少？

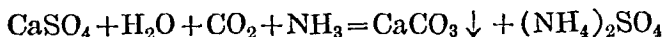


6. 製造含〔H₂SO₄〕50% 之稀硫酸 49噸，理論上需硫幾噸？
答：8噸

11.

1. 按下列反應方程式製出的純硫酸銨〔(NH₄)₂SO₄〕，應

值多少?設用去硫酸鈣的價值共值 1000 元。



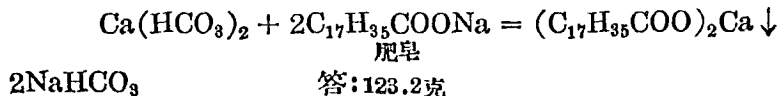
答:2426元

2. 鉛皮匠用氯化鋅 $[\text{ZnCl}_2]$ 爲鐸接劑。設有一瓶鹽酸實含氯化氫 $[\text{HCl}]$ 146 克。問應加鋅多少製成鐸接劑? 答:130g.

3. 價值 68 磅的智利硝石 $[\text{NaNO}_3]$ 和濃硫酸 $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ 共同蒸溜,可製出硝酸多少?



4. 1 加侖硬水內含酸性碳酸鈣 $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ 32.4 克,和肥皂水用於洗濯,問生成鈣肥皂之沉澱多少?



5. 滅火器內盛碳酸鈉 $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$ 溶液 4 加侖,但知每加侖內含 Na_2CO_3 2.65 磅。問該器內應備硫酸多少,才可得大量的二氧化碳? 答:9.8磅

6. 一種藍色結晶,成分爲 CuSO_4 65%, NH_3 27.7%, H_2O 7.3%,求他的公式。 答: $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

12.

1. 在 1937 年某日英國某校令學生 80 人實驗,每人製取氧 3 瓶,每瓶內須裝足 0.04 呎,問共需氯酸鉀 $[\text{KClO}_3]$ 的價值

爲多少? 答: 4先令1辨士

2. 某工廠每週製出鹽酸 1000 加侖, 每加侖內含 HCl 3.65 磅。該廠購進食鹽 $[\text{NaCl}]$ 以噸計值。問每月(四星期計)需購進幾噸? 答: 11.

3. 硝酸銅溶液每升內含 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 996 克, 今以 50 立厘米蒸發至乾, 所得黑色粉末, 通入氫氣, 還原成銅, 問銅的重量爲何? 答: 12.7g

4. 一種喉症的藥片, 計重 3.9850 克, 分析他的成分爲鉀 $[\text{K}]$ 1.2846 克, 氯 $[\text{Cl}]$ 1.1529 克, 氧 $[\text{O}]$ 1.5475 克, 問此物的公式爲何? 答: KClO_3

5. 氯化鋇溶液每升內含 BaCl_2 312 克, 今以此溶液 200 立厘米加碳酸鈉 $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$ 溶液充分沉澱。然後加每升含 HCl 219 克的鹽酸溶此沉澱。問應加鹽酸的體積爲何? 答: 100c.c.

6. 稀硫酸每升內含 H_2SO_4 98 克, 今以此 20 立厘米, 加鋅 0.65 克完全溶解, 問已多加酸多少? 答: 100c.c.

13.

1. 結晶硫酸銅 $[\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ 溶於水中, 加入過量氫氧化鈉 $[\text{NaOH}]$ 溶液, 所得沉澱濾出後, 加熱還原, 得銅 0.635 噸, 問所用的結晶硫酸銅約值幾元? 答: 199.6元

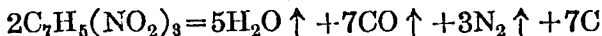
2. Al_xS_y 含鋁 36%, 求 x 與 y 的值。 答: $x=2, y=3$

3. 以每升含HCl173克的鹽酸5立厘米加入每升含AgNO₃84克的硝酸銀溶液10立厘米，問所得白色沉澱，乾後應重多少？

答：0.287g.

4. 硝酸銀的價值殊昂，凡用此做實驗後的產物，應當妥為貯存，勿使遺棄。某實驗室積一年之久，所得產物，完全還原成銀，得銀 21.9 克，問該實驗室在此一年之內共用去每升含 Ag NO₃17 克的硝酸銀溶液幾升？ 答：2

5. 三硝基甲苯 (C₇H₅(NO₂)₃) 爆發時常分出游離碳的黑煙：



今有三硝基甲苯 2.27 磅，爆發後，應分出游離碳多少？

答：0.421b

6. 以前用海水提溴，先將吸收氯的海水，用苯胺 (C₆H₅NH₂) 處理，生成三溴苯胺 (C₆H₂Br₃NH₂)，此物加入汽油內，可防止因制擊劑而變銹的作用。



今有每加侖含溴化鈉 [NaBr]0.00103 磅的海水 1000加侖，問可製得三溴苯胺多少？ 答：1.11b.

V. 求氣體反應中的體積

和氣體反應有關的定律有二：

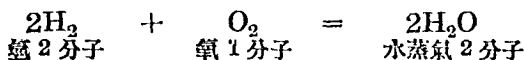
給呂薩克 (Gay-Lussac) 氣體化合定律——在氣體反應中如果溫度壓力都不變，各種氣體的體積間，有簡單整數比的關係。

例如在一個實驗內，氫 174 立厘米適和氧 86.5 立厘米化合而成水蒸汽 174.1 立厘米。

這三種氣體的體積，便成 2:1:2 的簡單整數比。

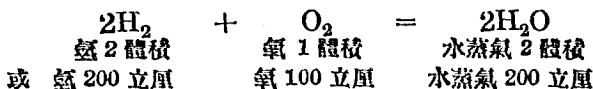
亞伏加特羅 (Avogadro) 假說——在同溫度同壓力下，同體積的各種氣體，所含的分子數相等。

化學方程式是表示參加反應中各物質的分子數，例如：



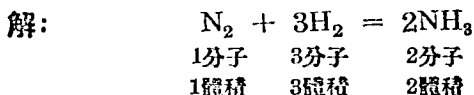
亞伏加特羅假說既言相等體積的各氣體所含分子數應相等，所以氧 1 分子佔 1 體積，那末氧 2 分子必佔 2 體積。

∴ 上面的方程式也可如下表示：



此結果，用實驗證明無訛。

例題 1. ——在氮和氫合成氨的方法中。(a)氮1000升可以產生氨幾升? (b)同時需氫幾升? (假定溫度壓力都不變)。



(a) 1 體積氮產生 2 體積氨

∴ 1000 升氮產生 2000 升氨

(b) 1 體積氮和 3 體積氫化合

∴ 1000 升氮和 3000 升氫化合

演 習 步 驟

1. 寫方程式。注意氣體的原質必須寫成分子式(氫, 氧, 氮, 氯和其他習見的氣體都是 2 原子組成 1 分子, 所以要寫成 $\text{H}_2, \text{O}_2, \text{N}_2, \text{Cl}_2$ 等)。

2. 在符號或分子式下註明分子數。

3. 依據亞伏加特羅假說, 註明體積。

4. 找出各氣體的體積和問題中已知數的關係。

5. 用比例式求出未知的體積數。

習 題

1. 道爾頓(Dalton)曾經說過：“第凡(Davy)實驗以氧100體積和氫192體積化合，我卻以氧100體積和氫185體積化合。”試計算二人的實驗結果，對於理論上相差的百分率各多少？

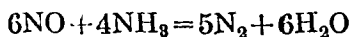
答：4%，7.5%

2. 在合成氯化氫〔HCl〕的方法中，1000 升氫在氯中燃燒，可得氯化氫幾升 答：2000.

3. 光生氣〔COCl₂〕是一種戰時毒氣，由一氧化碳〔CO〕和氯〔Cl₂〕化合而成。欲製此氣 500 立呎，應需原料氣體各幾立呎？ 答：CO:500, Cl:500

4. 今有容積 600 立厘米的爆炸瓶一只，問引入氫氧二氣各幾立厘米方能在燃燒時得最高的爆炸量？ 答：400, 200

5. 加適當接觸劑於氧化氮〔NO〕和氨〔NH₃〕的混合物內，可起下列反應而得純氮：



問氨 140 立呎與氧化氮幾立呎化合？所生的氮為幾立呎？

答：210, 175

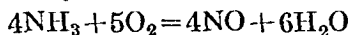
6. 按下列方程式製氨〔NH₃〕 8 $\frac{1}{2}$ 磅，所需純硫酸銨〔(NH₄)₂SO₄〕的價值為多少？



答：33000元

15.

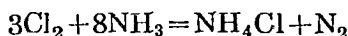
1. 用氧化鐵為接觸劑, 氮的75%可以氧化為氧化氮(NO):



今欲製氧化氮 3000 升應需氮幾升? 答: 4000

2. 外幣一枚計重 4.32 克, 溶於濃硝酸後, 加過量鹽酸, 得氯化銀 [AgCl] 沉澱, 濾出該沉澱, 乾後秤定重量為 2.87 克, 求此外幣中銀的百分率。 答: 50%

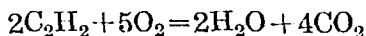
3. 氮 [NH₃] 與氯 [Cl] 能起如下的劇烈變化:



今以氯 75 立厘米和氮 300 立厘米作用後, 產物的成分和體積如何? 固體氯化銨的體積不必計入。 答: NH₃100c.c., N₂25c.c

4. 以氧化氮 [NO] 50 立厘米氧化為二氧化氮 [NO₂], 需要空氣幾立厘米, 假定空氣中含氧 $\frac{1}{5}$ 體積? 答: 125c.c.

5. 乙炔在氧中燃燒起如下的變化:

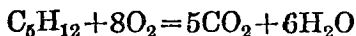


欲在乙炔氧吹管中得最大的發熱量, 通入該二氣體的體積比例應怎樣? 答: C₂H₂:O₂, 2:5

6. 乙炔氧吹管內每小時用去乙炔 30 立呎, 問同時耗去氧的價值為多少? 答: 90000 元

16.

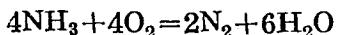
1. 燈內燃戊烷 [C₅H₁₂] 能發標準的光度，燃時的變化如下：



問燃戊烷 1 立呎生成二氧化碳 [CO₂] 幾立呎？同時所需氧的價值為多少？ 答：0.600 元

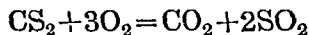
2. 膽礬 [CuSO₄·5H₂O] 加熱後，剩下的無水硫酸銅 [CuSO₄] 計重 19.1 噸，問所用去膽礬約值多少？ 答：4000 元

3. 氨 [NH₃] 在氧中燃燒，起如下的變化：



從鐵桶內以每小時 8 立呎的速度流出。另一桶內盛價值 10 先令的氧。欲使氨充分燃燒，氧應流出多少時間？ 答：5 小時

4. 二硫化碳 [CS₂] 極易燃燒：



今以少許二硫化碳燃燒，用去氧 600 立厘米，問生成的氣體各幾立厘米？ 答：CO₂200, SO₂400

5. 電火花通過氨 [NH₃] 57 立厘米，充分分解後，復冷至原來溫度。問通電前後氣體的體積有何變更？ 答：增 57c.c.

6. 使一氧化碳 [CO] 120 立厘米和氧 [O₂] 75 立厘米化合，所成的二氧化碳 [CO₂]，盡吸收於氫氧化鉀溶液中，問剩餘的氣體有幾立厘米？ 答：O₂15c.c.

VI. 氣體在標準狀態時的體積

溫度與壓力影響於氣體的體積很大，所以測量氣體的體積必先注意溫度與壓力。

本章所述體積都假定在 0°C 及 76 厘米時測定的。 0°C 常稱標準溫度；76 厘米常稱 1 氣壓或標準壓力。

標準溫度和標準壓力合稱標準狀態，簡寫為 N.T.P.

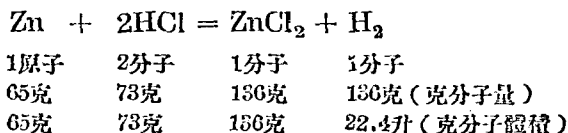
克分子體積

氣體	在 N.T.P. 時該氣體 1 升的重量 (實驗結果)	該氣體的克分子量	該氣體 1 克分子量所佔的體積
氫	0.089 克	2 克	0.089 克氫佔 1 升體積 ∴ 2 克氫應佔 $\frac{1}{0.089} \times 2 = 22.4$ 升
氧	1.429 克	32 克	$\frac{1}{1.429} \times 32 = 22.4$ 升
二氧化碳	1.964 克	44 克	$\frac{1}{1.964} \times 44 = 22.4$ 升

表內最後一項表示任何氣體 1 克分子量在 N.T.P. 時所佔的體積，叫做克分子體積。換句話說，在 N.T.P. 時任何氣體的

克分子體積為 22.4 升。

化學方程式中氣體的體積

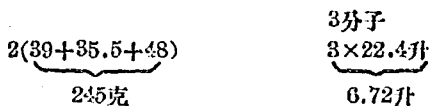
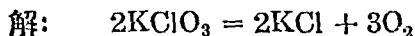


他種單位同樣可以應用：

如果分子量用噸為單位，那末任何氣體在 N.T.P. 時 1 噸分子量所佔體積為 22.4 立呎。

如果分子量用仟克為單位，那末任何氣體在 N.T.P. 時 1 仟分子量所佔體積為 22.4 立米。

例題 1. —— 強熱氯酸鉀 490 克，全部分解後可得氧幾升 (假定在 N.T.P. 時)?



氯酸鉀 245 克在 N.T.P. 時放出氧 67.2 升

∴ 氯酸鉀 490 克在 N.T.P. 時放出氧 $\frac{67.2}{245} \times 490 = 134.4$ 升

演 習 步 驟

1. 寫出完整方程式。注意！氣體必須用分子式表示。
2. 符號或分子式下面，凡固體註明原子量或分子量，凡氣

體註明分子體積。

3. 找出各重量及分子體積和問題中已知數的關係。
4. 用比例式求出未知數。

習 題

(下列各題內凡氣體的體積都假定在 N.T.P. 時)

17.

1. 註出下列各符號或分子式所代表的體積(以升計): H, 2O, N₂, 3NH₃, 2SO₂, 6H₂S。 答: 11.2, 22.4, 22.4, 67.2, 44.8, 134.4

2. 求224升氫(H₂)。11.2升氧(O₂)，5.6升二氧化碳(CO₂)，44.6升氨(NH₃)，5.6立呎氧化氮(NO)的重量。 答: 20克, 16克, 11克, 34克, 7.5呎

3. 電解 10.8 克水, 所生氣體體積的總和爲多少?
答: 20.16升

4. 二氧化碳 [CO₂] 11 克, 與二氧化硫 [SO₂] 32 克, 所佔的體積, 那一種大, 大多少? 答: SO₂大, 5.6升

5. 某實驗以氧化氮 [NO] 6.0 克適和氧 3.2 克化合。問此結果與給呂薩克定律符合麼? 答: 是

6. 自由車上的電石燈每小時燃去電石氣(C₂H₂) 0.4立呎,

今有 0.5 磅電石 $[CaC_2]$ ，可用幾小時？ 答：7 小時

18.

1. 瓶內貯三氯甲烷 $[CHCl_3]$ 23.9 克，沒有蓋上瓶塞，致使三氯甲烷完全氯化逸去，問假定在 N.T.P. 時此逸去氣體的體積為多少？ 答：4.48 升

2. 二氧化碳 $[CO_2]$ 112 升凝固成乾冰（即固體二氧化碳），應重幾克？ 答：220

3. 用鋅和稀硫酸製取氫 6 瓶，每瓶盛 1120 立厘米。最初在氣體發生器中置鋅 50 克，問作用完畢後，器內剩鋅幾克？
答：30.5

4. 汽車車缸內積碳，現在都用壓縮氧打入，使他氧化後逐出。如果車缸內積碳 $\frac{3}{4}$ 噸，應打入的氧，價值多少？
答： $5\frac{3}{5}$ 鎊士

5. 硫化氫 (H_2S) 發生器內平均每小時發氣 1400 立厘米，今有硫化鐵 $[FeS]$ 11 仟克，平均可發幾小時？ 答：2000

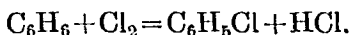
6. 重碳酸鈉 $[NaHCO_3]$ 336 克加熱後，所生二氧化碳，通過赤熱焦炭，假令二氧化碳的 50% 被焦炭還原，問生成一氧化碳 $[CO]$ 多少升？ 答：44.8

19.

1. 10.05 克重的大理石 $[CaCO_3]$ 一塊，投入稀鹽酸二分

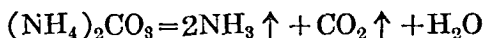
鐘內發出碳酸氣 [CO₂] 56 立厘米，然後把餘塊取出洗淨，乾燥後應重多少？ 答：9.80克

2. 苯 [C₆H₆] 和氯化合而成氯化苯 [C₆H₅Cl]?

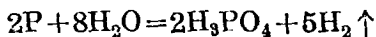


今製氯化苯 450 噸，需要液體氯幾噸？ 答：284

3. 商品碳酸銨 [(NH₄)₂CO₃] 內常含不揮發性雜質，今以此物 10 克加熱，在汞槽內集得氣體 1750 立厘米，求該樣品的百分純度。 答：25%



4. 以水蒸汽和磷的蒸氣通過接觸劑製氫，叫做李閔洛斯 (Liljenroth) 法。



問在此法內用磷 1.55 磅，可製出氫多少立呎？ 答：44.8

5. 通二氧化碳 [CO₂] 於每升含 [Ca(OH)₂] 1.48 克的石灰水 500 立厘米中，通入速度為每分鐘 16 立厘米。問(1)使此石灰水全變混濁需時多少？(2)濁後復變澄清，需時多少？

答：14分鐘，28分鐘。

6. 從前在傳染病房內消毒，常薰硫黃燭，問每支重 128 克的硫黃燭 5 支，薰後可發二氧化硫 [SO₂] 幾升？ 答：448

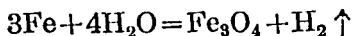
1. 過氧化氫一瓶 224 立厘米，瓶簽上標明濃度為“10 體積”。意思就是這種過氧化氫 1 體積分解時可得氧 10 立厘米。

問瓶內 224 立厘米完全分解時，共得氧多少克？ 答：3.2

2. 盤齊立斯 (Berzelius) 曾把硫 1.349 克和氧 1.975 克化合，問如此所成化合物的公式為何？ 答： SO_3

3. 今向市上購買氧化汞 (HgO) 及氯酸鉀 (KClO_3) 各 500 元，預備製氧。試證明二者之中以用氯酸鉀較為經濟。

4. 紅熾的鐵上通過水蒸汽便得氫：



今由水蒸汽和 168 仟克鐵所製的氫，裝入汽球中。該汽球及坐位淨重 100 磅。問一兒童重 96 磅坐在座位上，能使該汽球上昇麼？(1 英擔 = 50.8 仟克；1 升氫能使 1.13 克重的物體起昇)

答：不能

5. 設有鋅 9.5 克和多量稀硫酸 (H_2SO_4) 在此，欲製氫 4 瓶，每瓶盛氫 840 立厘米，可能麼？ 答：不能

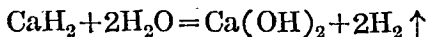
6. 鈣一塊計重 3 克，久露空氣中，外表生成一層氧化物，佔鈣重的 10%，今以此投入水中，可發生氫幾立厘米？ 答：1512

21.

1. 含揮發雜質的石炭石 100 噸，在石灰窯內加熱，得出石灰 49 噸，求此石灰石中雜質的百分率。 答：12½%

2. 爆炸瓶的容積為 1008 立厘米，今以氫氧二氣通入，欲使其得最大的爆炸量，問所需製備該二氣的鋅和氯酸鉀各幾克？ 答：1.95, 1.225

3. 司各脫 (Scott) 艦長於 1910—1912 年作南極探險旅行時，曾用氫化鈣 (CaH_2) 製氫，裝入觀察汽球內。



假定一汽球的容積為 8960 立呎，那末需用氫化鈣幾磅製出足量的氫？ 答：525

4. 濾紙上浸吸熱松節油 ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$) 0.68 克後，投入氯瓶中，問生成碳的重量及氯化氫的體積各多少？ 答：0.0 克, 1.702 升

5. 硝酸鉛 [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$] 熱至不復有作用時，餘剩氧化鉛 [PbO] 殘滓 22.3 克。求所用硝酸鉛的重量及生成各氣體的總體積。 答：33.1 克, 5.0 升



6. 燃油一種含碳 $85\frac{5}{7}\%$ ，密度為 0.8，注入一新式燈內，充分氧化，每小時燃去油 5 立厘米。問自晚上七時燃至十時半共放出二氧化碳 (CO_2) 幾升？ 答：22.4

VII. 溫度與壓力對於氣體體積的影響

化學實驗不能都在標準狀態時行之。如果在另一種溫度與壓力之下量出的氣體體積，應當求出他相當於標準狀態時為多少，因為克分子體積(22.4升)是指在 N.T.P. 時所測定的。

關於溫度，壓力和氣體體積的影響，有二條重要的定律。

波以耳(Boyle)定律——如果溫度不變，一定重量氣體的體積與壓力成反比。

$$PV = k \quad \begin{cases} V = \text{在壓力 } P \text{ 時的體積} \\ \text{或 } PV = P_1 V_1 & \begin{cases} V_1 = \text{在壓力 } P_1 \text{ 時的體積} \\ k = \text{常數} \end{cases} \end{cases}$$

公式內已曉得三個數目，便可求出第四個未知數。

例題 1.——某氣體在 5 氣壓時的體積為 100 立厘米，求在 12 氣壓時的體積。

解： $PV = P_1 V_1$

代入 $5 \times 100 = 12 V_1$

$$V_1 = \frac{5 \times 100}{12} = 41.6 \text{ c.c.}$$

演習此類問題時，應當牢記下面的原則。如果壓力增高，那末體積一定按照比例減小，把原體積乘以二種壓力所成小於1的比。如果壓力減小，那末體積一定按照比例增高，把原體積乘

以二種壓力所成大於 1 的比。

例題 2. —— 某氣體 1000 升在水銀柱 78 厘米改至 75 厘米時 體積為多少？

解： 把原體積乘以二壓所成大於 1 的比 $\frac{78}{75}$

$$\therefore \text{在 } 75\text{cm. 時的體積} = 1000 \times \frac{78}{75} = 1040\text{L.}$$

查理(Charles)或給呂薩克(Gay-Lussac)定律——如果壓力不變，一定量氣體的體積與絕對溫度成反比。

$$\begin{array}{l} \frac{V}{T} = k \\ \text{或 } \frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} V = \text{在絕對溫度 } T \text{ 時的體積} \\ V_1 = \text{在絕對溫度 } T_1 \text{ 時的體積} \\ k = \text{常數} \end{array} \right.$$

公式內已曉得三個數目，便可求出第四個未知數。

例題 3. —— 某體體 100 立厘米由溫度 15°C 升至 30°C 時，體積為多少？

$$\text{解： } 15^\circ\text{C} = (15 + 273)^\circ = 288^\circ\text{A}$$

$$30^\circ\text{C} = (30 + 273)^\circ = 303^\circ\text{A}$$

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$$

$$\text{代入 } \frac{100}{288} = \frac{V_1}{303}$$

$$V_1 = \frac{100 \times 303}{288} = 105.2\text{c.c.}$$

演習此類習題應當牢記下面的原則。如果溫度升高，那末體積

一定按照比例增大，把原體積乘以二種絕對溫度所成大於 1 的比。如果溫度降低，那末體積一定按照比例減小，把原體積乘以二種絕對溫度所成小於 1 的比。

例題 4.——某氣體 6 立呎從 9°C 冷至 -38°C 時，體積增減多少？

$$\text{解：} \quad 9^{\circ}\text{C} = (9 + 273)^{\circ} = 282^{\circ}\text{A}$$

$$-38^{\circ}\text{C} = (-38 + 273)^{\circ} = 235^{\circ}\text{A}$$

把原體積乘以二溫度所成小於的 1 比 $\frac{235}{282}$

$$\therefore \text{在 } -33^{\circ}\text{C} \text{ 時的體積} = 6 \times \frac{235}{282} = 5 \text{ cu. ft.}$$

$$\therefore \text{體積減少 } 1 \text{ cu. ft.}$$

溫度壓力同時變更，可用下面的公式：

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \left\{ \begin{array}{l} V = \text{在壓力 } P, \text{ 絕對溫度 } T \text{ 時的體積} \\ V_1 = \text{在壓力 } P_1, \text{ 絕對溫度 } T_1 \text{ 時的體積} \end{array} \right.$$

若依前例將原體積乘以二種壓力之比及二種溫度之比也可。

例題 5.——在 15°C 及 735 毫米時氧 170 立厘米，如果在 N.T.P. 時體積爲何？

$$\text{解 1.} \quad 15^{\circ}\text{C} = (15 + 273)^{\circ} = 288^{\circ}\text{A}$$

$$0^{\circ}\text{C} = (0 + 273)^{\circ} = 273^{\circ}\text{A}$$

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$\frac{735 \times 170}{288} = \frac{760V_1}{273}$$

$$V_1 = \frac{735 \times 170 \times 273}{288 \times 760} = 155.8 \text{ c.c.}$$

解 2. 把原體積乘以二種壓力所成小於 1 的比 $\frac{735}{760}$ 及二種溫度所成小於 1 的比 $\frac{273}{288}$

$$\therefore \text{在 N.T.P. 時的體積} = 170 \times \frac{735}{760} \times \frac{273}{288}$$

$$= 155.8 \text{ c.c.}$$

潮濕氣體的壓力 在水上集取的氣體，必含有一部份水蒸氣，所以當時的大氣壓力並不能代表該氣體的壓力，而是該氣體壓力與水蒸氣壓力的和。因此該氣體的壓力實等於大氣壓力減去當時水蒸氣壓力的差。

$$\therefore \begin{cases} P = p_g + p_w \\ p_g = P - p_w \end{cases} \begin{cases} P = \text{大氣壓力} \\ p_g = \text{該氣體的壓力} \\ p_w = \text{水蒸氣壓力} \end{cases}$$

水蒸氣壓力也稱水汽張力，隨溫度而異，可由附表查出。

例題 6. —— 在 11°C 及 752 毫米時由水上集取空氣 36.3 立厘米，問在 N.T.P. 時體積為多少？

解： 11°C 時水蒸氣壓力 = 10mm.

該空氣的壓力 = $752 - 10 = 742 \text{ mm.}$

$$11^\circ\text{C} = (11 + 273)^\circ = 284^\circ\text{A}$$

$$0^\circ\text{C} = (0 + 273)^\circ = 273^\circ\text{A}$$

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

$$\frac{742 \times 36.3}{284} = \frac{760V_1}{273}$$

$$V_1 = \frac{742 \times 36.3 \times 273}{284 \times 760} = 34.0 \text{ c.c.}$$

習 題

22.

1. 改變 15°C , 0°C , 100°C , -50°C , -273°C 為絕對溫度。 答： 288° , 273° , 373° , 223° , 0°

2. 溫度不變，1 氣壓的氫 60 立厘米，改至 3 氣壓時為幾立厘米？ 答：20

3. 溫度不變，2 氣壓的氧 400 升，壓縮至 200 升，壓力應為多少？ 答：4 氣壓

4. 氯化銨 107 克和石灰共熱，製出的銨在 N.T.P. 時為 44.8 升，問在 0°C 及 $\frac{1}{2}$ 氣壓時此體積為何？ 答 89.6L.

5. 硝酸銨 80 克加熱，製出一氧化二氮，在 N.T.P. 時為 22.4 升，問在 273°C 及 152 毫米時此體積為何？ 答：22.4L

6. 某科學家在高山上一種新發現的金屬和酸作用，發出氫 127 立厘米，當時大氣壓力為 600 毫米。今移至壓力 762 毫米處，以等量的金屬作同樣的實驗，問可得氫多少體積，假

定兩次實驗時的溫度相同？ 答：100c.c.

23.

1. 在 0°C 及 56 厘米時，4 克氧所佔的體積為多少？

答：3.8.L

2. 在 N.T.P. 時體積為 1 升的氮(1)冷至 -91°C ，(2)壓縮至 $1\frac{1}{3}$ 氣壓。問在二者之中，那一處的體積，變更較大？

答：冷至 -91°C

3. 在 $16 \times 20 \times 10$ 立呎的房間內， $\frac{1}{20}$ 的地位被陳設器具所佔據，當氣壓由 75.5 厘米升至 76.0 厘米時，理論上有幾立呎空氣打入？ 答：20

4. 一間貨房的容積為 76,896 立呎，室內溫度由 15°C 升至 17°C 時，理論上有幾立呎空氣逐出室外， 答：534

5. 茶碟中盛清水 54 立厘米，露置空氣中，不久便乾，問蒸發出來的水蒸氣假定在 N.T.P. 時量之，共有幾升？ 答：07.2

6. 某處的無水煤氣貯蓄箱，容積為 2,000,000 立呎，某日溫度 27°C ，箱內貯氣適半箱，後溫度升高 3°C ，問箱中氣體的體積變化怎樣？ 答：增10,000cu.ft.

24.

1. 一本化學實驗冊上記載着：“在實驗室溫度時。求出大理石 (CaCO_3) 100 克和酸作用，放出二氧化碳的體積。”問在一

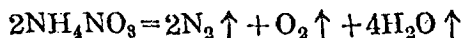
只意大利學校(室溫 = 39°C)與一只英吉利學校(室溫 = 21°C)所得結果相差多少, 假定兩處壓力相同? 答: 1.5L.

2. 密閉器中盛氫 76 立厘米, 壓力為 780 毫米, 置在 -13C 的寒劑內, 現在移置 N.T.P. 處, 體積應為多少? 答: 81.9c.c.

3. 氫氧二氣爆炸後, 成水 [H₂O] 18 噸, 問在未爆炸時該二氣的體積為多少, 假定在 N.T.P. 時? 答: 22.4cu.ft., 11.2cu.ft.

4. 在 N.T.P. 時理論上 0.079 克鋅和稀酸作用, 可得氫 27.3 立厘米。問用此等量的鋅, 於 772.7 毫米及 15°C 時在水上用同法取氫, 應得多少體積? 水蒸氣壓力在 15°C 時 = 127 毫米。
答: 28.8c.c.

5. 在標準壓力及 273°C 時 1 克硝酸銨 [NH₄NO₃] 爆炸生成的氣體總體積為多少? 答: 1.60L.



6. 二氧化錳 [MnO₂] 和濃鹽酸 [HCl] 共熱, 製取氯, 在 -21°C 及 3 氣壓時集得 8.4 升, 問共用去二氧化錳幾克? 答: 100

VIII. 化學上的基本定律

現在用顯明的實驗結果來舉例證明化學上的二條基本定

律——一定組成定律（或稱定比定律）和倍比定律。

定組成定律：各元素化合時，他們組成的重量比例是一定不變的。

證明這樣定律之前，先向多方面收集同一種化合物，然後用各種方法求出百分組成，結果未有不相同的，或將化合物中某元素一定量與他元素化合的比例求出，祇要同一化合物，不論其試樣的來源如何，這重量的比例總是一定的。

例題 1. ——某金屬 1 克，加熱後生成氧化物 1.36 克。另取該氧化物 2 克還原，得金屬 1.47 克。問此實驗結果是不是符號定組成定律？

解：(a) 金屬 1g. 氧化後得氧化物 1.36g.

(b) 劑屬 1.47g. 由氧化物 2g. 得出

∴ 金屬 1g. 應由氧化物 $\frac{2}{1.47}$ g. = 1.36g. 得出

∴ 結果與定組成定律符合。

倍比定律：凡甲元素和一定分量的乙元素化合，如果能成幾種化合物時，則各化合物中甲的重量彼此必互成簡單的整數比。

所謂一定分量，完全為計算上便利，任取一個定量，並不限於有限定的。

例題 2. ——測定三種氮氧化化合物的百分組成爲：

(a) N 63.65%, O 36.35%

(b) N 46.68%, O 53.32%

(c) N 25.94%, O 74.06%

問此實驗結果，是不是符合倍比定律？

解：

N(%)	O(%)	N(一定量)	與定量的化合的氧的重量	前項的最簡比
63.65	36.35	63.65	$\frac{36.35}{63.65} \times 63.65 = 36.35$	1
46.68	53.32	63.65	$\frac{53.32}{46.68} \times 63.65 = 72.71$	2
25.94	74.06	63.65	$\frac{74.06}{25.94} \times 63.65 = 182.1$	5

由此最簡比，可證明與倍比定律符合。

習 題

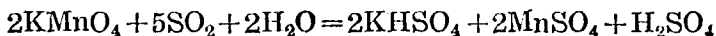
25.

1. 銅 1.27 克溶於硝酸，蒸發所成的溶液，強熱後，得氧化銅 1.59 克。另向藥房購買氧化銅 0.795 克，以氫還原，得銅 0.635 克，試證明此二種氧化銅的組成仍相同。

2. 三種氧化鐵的組成為氧 0.8889, 1.333, 2.667 份和鐵 1 份化合，試由此證明倍比定律。

3. 含銅 127 克的氧化亞銅 143 克，氧化後成含銅 127 克的氧化銅 159 克，試由此證明倍比定律。

4. 二氧化硫(SO_2)可使過錳酸鉀變為無色:



今以亞硫酸鈉 (Na_2SO_3) 0.63 克和稀硫酸 (H_2SO_4) 作用, 放出的二氧化硫, 盡通入含有 KMnO_4 0.2 克的溶液 100 立厘米中, 能使此紫色溶液完全變成無色麼? 答: 是

5. 將 6.62 克硝酸鉛 [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$] 強熱所成的氧化鉛 (PbO) 還原, 得鉛 4.14 克。另將碳酸鉛 (PbCO_3) 2.67 克加熱所成的氧化鉛 (PbO) 還原, 得鉛 2.07 克, 試證明此二種氧化鉛的組成仍相同。

6. 某金屬有氧化物二種。和一定量金屬化合的氧, 重量之比為 1:4。但知含氧較多的一種內 氧為 80%, 問另一種內含氧幾%? 答: 50%

26.

1. 銀 0.216 克溶於濃硝酸, 加入過量氯化鈉溶液, 得氯化銀沉澱, 洗乾後秤之, 重 0.287 克。另一實驗將氯化銀 7.175 克和碳酸鈉強熱, 得銀 5.400 克。說明此二實驗的結果。

2. 一氣球的容積為 1 升, 在 $1\frac{1}{2}$ 氣壓時裝足氣體, 但此球能抵抗 $1\frac{3}{4}$ 氣壓。當此球移近火處, 球內氣體的溫度便由 15°C 升至 87°C , 假使體積不變, 此球有破裂的危險麼? 答: 有

3. 銅 0.56 克先變成硝酸銅, 加熱後成氧化銅, 氧化銅溶於

鹽酸而成氯化銅，繼又加銅 2 克於氯化銅，煮沸久之，使氯化銅完全還原成氯化亞銅。惟所加的銅尚有剩餘，秤之重 1.44 克。由上實驗經過，試說明倍比定律。

4. 盤齊立斯 (Berzelius) 的實驗，鐵 100 份可和氧 44.4 份或 29.6 份化合成二種氧化物。問他的結果是不是符合倍比定律？

5. 甲烷和乙烯都是含碳氫二元素的化合物。已知甲烷 24 份內含碳 18 份，乙烯 26 份內含碳 24 份，試由此證明倍比定律。

6. 杜麥司 (Dumas) 和斯丹斯 (Stas) 二人於 1841 年分析一種碳的氧化物，內含碳 27.27%。至 1849 年斯氏發現另一種碳化合物，內含碳 42.86%。試由此證明倍比定律。

IX. 當 量

一元素的化學當量也可稱化含量，就是該元素和 8 份氧或 1 份氫相化合或替代的重量。如果用克作單位，便稱克當量。

當量求法：

- (a) 使某元素一定量和氧化合，秤此氧化物的重量。
- (b) 還原一定量的氧化物，秤出還原所得元素的重量。

(c) 某元素一定量直接或間接和另一已知當量的元素化合，稱此化合物的重量。

(d) 將一定量的金屬從酸，鹼或水中代出氫，量出氫的體積，再計算他的重量。

(e) 一定量的某元素從鹽類溶液中代出另一已知當量的元素，求此代出元素的重量。

(f) 用同一電流在同時間。電解出已知當量及未知當量的元素於二極，比較他們的重量。

(g) 根據容量分析法

現在用實例來表示上面所舉的方法，便易明瞭，(除(g)項須至第十二類中舉例)。

例題 1. —— 鎂 0.50 克在空氣中燃燒得氧化鎂 0.83 克求鎂的化合量。

解： 氧化鎂的重量 = 0.83g.

鎂的重量 = 0.50g.

氧的重量 = 0.33g.

氧 0.33g. 和鎂 0.50g. 化合

∴ 氧 8 g. 和鎂 $\frac{0.50}{0.33} \times 8 = 12.1g.$ 化合

∴ 鎂的化合量 = 12.1

例題 2. —— 銅 1.26 克投入硝酸而得酸銅，把硝酸銅強

熱，得出氧化銅 1.58 克，求銅的克當量。

解： 氧化銅的重量 = 1.58g.

銅的重量 = 1.26g.

氧的重量 = 0.32g.

氧 0.32g. 和銅 1.26g. 化合

∴ 氧 8 g. 和銅 $\frac{1.26}{0.32} \times 8 = 31.5g.$ 化合

∴ 銅的克當量 = 31.5g

例題 3.——銀 0.36 克溶入硝酸，在所成的硝酸銀溶液內加鹽酸 得氯化銀沉澱 0.48 克，已知氯的當量為 35.5，求銀的克當量。

解： 氯化銀的重量 = 0.48g.

銀的重量 = 0.36g.

氯的重量 = 0.12g.

氯 0.12g. 和銀 0.36g. 化合

∴ 氯 35.5g. 和銀 $\frac{0.36}{0.12} \times 35.5 = 106.5g.$ 化合

∴ 銀的克當量 = 106.5g.

例題 4.——鎂 0.12 克溶於鹽酸，放出氫 119.7 立厘米，當時的溫度在 15°C 壓力為 750 毫米，求鎂的當量。

解： 在 N.T.P. 時氫的體積 = $119.7 \times \frac{273}{288} \times \frac{750}{760} = 112c.c.$

氫的克分子量為 2 克，在 N.T.P. 時的體積為 22400c.c.

$$\therefore 112\text{c.c. 氫在N.T.P.時的重量} = \frac{2}{22400} \times 112 = 0.01\text{g.}$$

\therefore 氫 0.01g. 被鎂 0.12g. 代出

$$\therefore \text{氫 } 1 \text{ g. 被鎂 } \frac{0.12}{0.01} = 12\text{g. 代出}$$

\therefore 鎂的當量 = 12

例題 5. —— 鎂 1.3 克在硫酸銅濃溶液中代出銅 3.4 克，已知鎂的當量為 12.0，求銅的當量。

解：一元素從溶液內代出另一元素，二者的重量比率適和他們的當量比率相等。

$$\frac{\text{銅的當量}}{\text{鎂的當量}} = \frac{\text{代出銅的重量}}{\text{投入鎂的重量}}$$

設 x = 銅的當量

$$\frac{x}{12.0} = \frac{3.4}{1.3}$$

$$x = \frac{12.0 \times 3.4}{1.3} = 31.4$$

\therefore 銅的當量 = 31.4

例題 6. —— 縱接甲乙二電解槽，在同時間內通過相等電量。甲內貯稀硫酸，有氫 0.01 克釋出；乙內貯硝酸銀，有銀 108 克析出，求銀的克當量，

解：法拉第 (Faraday) 電解定律內說：以等值電量通過不同的電解質時，被電解的各物質的量，與各該物質的當量成正比。

$$\frac{\text{析出銀的重量}}{\text{釋出氫的重量}} = \frac{\text{銀的當量}}{\text{氫的當量}}$$

設 x = 銀的當量

$$\frac{1.03}{0.01} = \frac{x}{1} \quad x = 108.0$$

∴ 銀的克當量 = 108.0g.

習 題

27.

1. 純銀 10.788 克能製成硫化銀 12.391 克, 銀的當量為 107.88, 求硫的當量。 答: 16.63

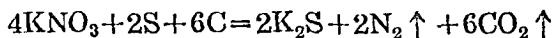
2. 某生以金屬 0.594 克加熱, 使成氧化物, 雖將氧化物秤出重量, 但忘卻記錄, 今假定該金屬的當量為 29.7, 那末此忘卻記錄的數字為何? 答: 0.754g

3. 投鈉 0.46 克於水中, 待作用完畢, 用稀鹽酸中和, 蒸發後得氯化鈉 1.17 克。既知氯的當量為 35.5, 求銅的當量。

答: 23

4. 普里斯脫來 (Priestly) 加熱氧化汞而發見氧。按此實驗, 以氧化汞 54.25 克可分解出氧 2800 立厘米及餘殘滓為汞。試由此結果, 求汞的當量。 答: 100.5

5. 黑火藥是硝石 (KNO_3), 硫 (S), 碳 (C) 的混合物, 爆炸時起如下的反應:



今以黑火藥 2.7 克爆炸後，問(1)留下的固體殘滓重多少？(2)放出的氣體在 N.T.P. 時的總共體積為多少？ 答：(1)1.1g, (2)89c.c.

6. 一教師令學生記錄如下的句語：“鋅 0.650 克從過量硫酸銅溶液內代出銅 0.636 克，如銅的當量為 31.8，求鋅的當量。”某生誤記銅的當量為 21.2，問他的計算結果要差多少？

答：-108.3

28.

1. 葡萄糖含碳 40%，氫 6.6%，氧 53.4%，分子量為 180，求他的分子式。 答： $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$

2. 鋅 3.25 克投入每升含 CuSO_4 98 克的藍色溶液 100 立厘米內，能使其全部變成無色麼？ 答：不能

3. 鈉 0.115 克和乙醇作用，發生的氫實重 0.005 克，由此可知 3 克當量的鈉應重多少？ 答：69克

4. 以當量為 20 的金屬 2 克和水作用，放出的氫，通入每邊 10 厘米的立方真空器內，器的周圍以冰冷至 0°C ，問該器內壓力為何？ 答：1.12 氣壓

5. 下面是一個學生的實驗記錄：

金屬的重量 = 克

在 N.T.P. 時替代出氫的體積 = 112 立厘米

結論——金屬的當量 = 28

問此實驗內和酸作用的金屬的重量是多少？ 答：0.28g.

6. 金屬一塊重 0.432 克，疑其為銀。以此溶於硝酸後，加入過量氯化鈉溶液，得氯化物沉澱，乾後秤之為 0.574 克，問究竟該金屬是不是銀？銀的當量 = 108，氯的當量 = 35.5 答：是

29.

稀硫酸內通過電流 10 分鐘，得氫 0.01 克。問以同樣電流通過硫酸銅溶液，20 分鐘後可析出銅(當量 = 31.78)多少？

答：0.0356g.

2. 電流同時通過稀鹽酸，硝酸銀，氯化銅三種溶液，在 N. T.P. 時第一溶液內得出氫 112 立厘米，問第二，第三溶液內應有銀(當量 = 108)及銅(當量 = 31.78)多少分出？

答：1.08g., 0.3178g.

3. 通電 20 分鐘析出銀(當量 = 108)4 克，欲以同一電流析出當量為 29.3 的金屬 5.86 克，需時多少？ 答：108分鐘

4. 硫化鉻的分子量為 200，含硫 48%，求公式。 答： Cr_2S_3

5. 硫酸銅溶液 50 立厘米內，加入鎂(當量 12)0.84 克，適變為無色，問此溶液 1 升內含銅(當量 = 31.78)多少克？

答：44.4g

6. 一件金種器的面積為 25 平方厘米。以通過稀酸在 N.T.P. 時能分出氫 2800 立厘米的同樣電流電鍍，問可鍍銀多少厚？銀的密度為每立厘米 10.8 克。 答：1m.m.

X. 求 原 子 量

如果已知一元素的當量，那末乘以原子價，便得原子量：

$$\text{當量} \times \text{原子價} = \text{原子量} \quad (\text{a})$$

元素的原子價終是一簡單整數，可由杜隆 (Dulong) 與白蒂 (Petit) 規則間接求出之：

$$\text{原子量} \times \text{比熱} = \text{常數} (\text{近似值為} 6.4) \quad (\text{b})$$

已知一元素的比熱，便不難求出原子量的近似值。將此原子量的近似值代入(a)式，便可決定原子價。既知原子價和當量，再用(a)式求出準確原子量。

例題 1. ——某金屬元素的比熱為 0.074，他的氯化物內含氯 44.73%。已知氯的當量為 35.5，求他的確準原子量。

解： 氯 4.73g. 和該金屬 55.27g. 化合

$$\therefore \text{氯 } 35.5\text{g. 和該金屬 } \frac{55.27}{44.73} \times 35.5 = 43.9\text{g. 化合}$$

$$\therefore \text{該金屬的當量} = 43.9$$

$$\text{原子量} \times \text{比熱} = 6.4 \text{ (近似值)}$$

$$\text{原子量} \times 0.074 = 6.4 \text{ (近似值)}$$

$$\therefore \text{原子量 (近似值)} = \frac{6.4}{0.074} = 86$$

$$\text{當量} \times \text{原子價} = \text{原子量}$$

$$43.9 \times \text{原子價} = 86 \text{ (近似值)}$$

$$\text{原子價} = \frac{86}{43.9} = 1.9 \text{ (近似值)}$$

$$\therefore \text{準確原子價} = 2$$

$$\text{當量} \times \text{原子價} = \text{原子量}$$

$$43.9 \times 2 = 87.8$$

演 習 步 驟

1. 求準確當量。
2. 由杜隆白蒂規則求原子量的近似值。
3. 由當量及原子量的近似值, 求準確原子價, 原子價必為簡單整數。
4. 既知準確當量和原子價, 便可求準確原子量。

習 題

1. 求出銀的比熱近似值。 答:0.06
2. 金剛石 (即純碳:原子量=12) 的比熱在 -233°C 時為 0.0005, 問此是不是符合杜隆白蒂規則? 答:否
3. 一種金屬外觀似錫, 比熱為 0.054, 當量為 29.75, 問究竟是不是錫? 答:是
4. 汽油 1 加侖內攪四乙鉛 ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) 3.23 噸, 作為汽缸內的制擊劑, 應加溴 (實際上用二溴乙烯) 多少與此中的鉛作用? 答:1.6 噸
5. 司密斯 (Smith) 與 勃朗 (Brown) 分別測定銅的比熱, 一為 0.10, 一為 0.01, 其中必有一人的計算錯誤是誰?
答:勃朗
6. 某金屬的比熱為 0.032, 大概為下列各金屬中的那一種: 鐵, 金, 鋅, 鎂? 答:金

31.

1. 作下列各種鈿化合物的公式: 氧化物, 碳酸鹽, 氫氧化物, 硫酸鹽。鈿的符號為 Ru, 原子量 102, 當量為 34。
2. 在測定鎂 (原子量=24) 的比熱實驗時, 甲的結果為 0.27, 乙為 0.16, 丙為 0.43, 問那一人的結果最準確? 答:甲
3. 金屬 A 的氧化物為 A_2O_3 , 含氧 32%, 求該金屬的原子量。 答:51

4. 金屬 X 的比熱為 0.04, 該金屬 3.20 克能成氧化物 3.68 克, 如以 XO_2 代表該化合物, 對不對? 答: 不

5. 強熱結晶硫酸亞鐵 5.56 克, 得氧化鐵 $[Fe_2O_3]$ 3.20 克, 試由此求出鐵在結晶硫酸亞鐵中的百分率。 答: 40.3%

6. 如有一種新元素發現, 比熱為 0.032, 求他的近似原子量。 答: 200

32.

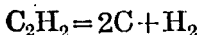
1. 某甲誤取鋁片當作鋅片, 而求其當量。假定他的原子價為 2, 求得原子量為 18. 問究竟鋁 (3 價) 的原子量是多少?

答: 27

2. 某金屬的比熱為 0.08, 當量為 20.05, 求他的原子價。

答: 4

3. 齊柏林 (Zeppelin) 飛艇內的氫, 曾用電力分解乙炔而製取:



葛雷夫齊柏林 (Graf Zeppelin) 的容量在 N.T.P. 時為 3,808,000 立呎, 如用此法裝滿氫, 所需乙炔應用電石 $[CaC_2]$ 多少噸?

答: 303.6

4. 金屬 X 的原子量 105, 氯化物為 XCl_3 。另一金屬 Y 的原子量為 72, 硝酸鹽為 $Y(NO_3)_2$ 。問那一種的當量大? 答: Y

5. 某甲誤認鋅為 3 價元素，從他的當量求出原子量為 98.07，但實際上鋅為 2 價，他的原子量應為何？ 答：65.38

6. 通氫於 3.64 克金屬氧化物而加熱，得金屬 2.84 克。已知該金屬的比熱為 0.112，求此氧化物的分子量。 答：72.8

XI 求分子量

一元素或化合物的分子量，便是他一分子比氫一原子所重的倍數，如用簡式表示為：

$$\text{分子量} = 2 \times \text{蒸氣密度}$$

所以有了蒸氣密度，便易求出分子量。

蒸氣密度求法

(a) 氣體的分子量：

秤出一定體積的重量後與氫相比。

$$\text{蒸氣密度} = \frac{\text{氣體一定體積的重量}}{\text{等體積時氫的重量}}$$

例題 1. —— 在 N.T.P. 時 1 升瓶內盛氮 1.251 克，已知同狀態時氫 1 升重 0.089 克，求氮的分子量。

$$\text{解： 氮的蒸氣密度} = \frac{1.251}{0.089} = 14.05$$

$$\therefore \text{氮的分子量} = 2 \times 14.05 = 28.10$$

(b) 揮發性液體或固體的分子量:

揮發一定量的液體或固體，量出他的體積。該體積的重量再和等體積氫的重量相比。

例題 2.——在 13.7°C 及 760 毫米時某物質 0.5 克揮發為氣體時的體積為 47.5 立厘米，求該物質的分子量。

解：先求在 N.T.P. 時的體積

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

$$\frac{760 \times 47.5}{286.7} = \frac{760V_1}{273}$$

$$V_1 = \frac{760 \times 47.5 \times 273}{286.7 \times 760} = 45.3\text{c.c.}$$

該物質 0.5g. 在 N.T.P. 時的體積為 45.3c.c.

氫 22.4L. 在 N.T.P. 時為 2 克

$$\therefore \text{氫 } 45.3\text{c.c. 在 N.T.P. 時為 } \frac{2}{22400} \times 45.3 = 0.004\text{g.}$$

$$\text{該物質的蒸氣密度} = \frac{0.5}{0.004} = 125$$

$$\therefore \text{分子量} = 2 \times 125 = 250$$

(c) 從擴散速率求分子量:

氣體的蒸氣密度與擴散速率有關。擴散速率是單位時間內氣體分子擴散所佔的體積。

$$\text{擴散速率} = \frac{\text{擴散體積}}{\text{擴散時間}}$$

哥來海姆 (Graham) 定律——氣體的擴散速率同他們的密度的平方根成反比。

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \begin{cases} R_A = \text{蒸氣密度 } D_A \text{ 的氣體的擴散速率} \\ R_B = \text{蒸氣密度 } D_B \text{ 的氣體的擴散速率} \end{cases}$$

例題 3.——某氣體(x) 400 立厘米, 擴散時間和氧 500 立厘米相等。求該氣體(x) 的分子量(氧的蒸氣密度 = 61)。

解: 設擴散時間 = t 秒

$$x \text{ 的擴散速率}(R_x) = \frac{400}{t} \text{ c.c./秒}$$

$$\text{氧的擴散速率}(R_o) = \frac{500}{t} \text{ c.c./秒}$$

$$\frac{R_x}{R_o} = \frac{\sqrt{D_o}}{\sqrt{D_x}}$$

$$\frac{\frac{400}{t}}{\frac{500}{t}} = \frac{\sqrt{16}}{\sqrt{D_x}} \quad \frac{4}{5} = \frac{4}{\sqrt{D_x}}$$

$$\sqrt{D_x} = 5 \quad D_x = 25$$

$$\therefore \text{分子量} = 2 \times 25 = 50$$

(d) 冰點降低及沸點升高法求分子量:

有幾種液體或固體的分子量, 可由其一定量溶於溶劑內使溶劑的冰點降低及沸點升高的程度求出之。

凡非電解質 1 克分子量溶於同一溶劑 100 克中, 必使溶劑的冰點降低一相同度數, 這常數叫做冰點降低常數(K), 幾

種普通溶劑的冰點降低常數(K)記錄於下表:

溶劑 (100克)	K
醋酸	39.0°C
苯	50.0°C
水	18.6°C

就是說凡非電解質 1 克分子量溶於 100 克溶劑內，必使溶劑的冰點降低 K 度

同樣，非電解質 1 克分子量溶於同一溶劑 100 克中，必使溶劑的沸點升高一相同度數，這常數叫做沸點升高常數 (K)。

幾種普通溶劑的沸點升高常數(K)記錄於下表:

溶劑 (100克)	K
苯	26.7°C
二硫化碳	23.5°C
乙醚	21.1°C
乙醇	11.5°C
水	5.2°C

也就是說凡非電解質 1 克分子量溶於 100 克溶劑內，必使溶劑的沸點升高 K 度。

如溶質不是 1 克分子量溶於 100 克溶劑中，仍可用比例算出冰點降低或沸點升高的度數。

$$W : K = Q : T$$

$$\text{或 } \frac{W}{K} = \frac{Q}{T}$$

$$\therefore W = \frac{QK}{T} \begin{cases} W = \text{克分子量} \\ K = \text{冰點降低常數或沸點升高常數} \\ Q = \text{溶於 100 克溶劑中溶質的重量} \\ T = \text{實測的冰點降低或沸點升高高度數} \end{cases}$$

上式祇適用於稀溶液，式中Q與T為實測結果，K由表中查得

例題 1.——固體 1 克溶於 60 立厘米水中，溶液的冰點為 -0.8°C 。求該物質的分子量。

$$\text{解： } W = \frac{QK}{T}$$

$$\therefore 60\text{g. 水溶解該物質 } 1\text{g.}$$

$$\therefore 100\text{g. 水溶解該物質 } \frac{1}{60} \times 100 = 1.6\text{g.}$$

$$\therefore Q = 1.6\text{g.}$$

$$\text{已知 } K = 18.6^{\circ}$$

$$\therefore W = \frac{1.6 \times 18.6}{0.8} = 37.2$$

$$\therefore \text{該固體的分子量} = 37.2$$

習 題

33

1. 在 N.T.P. 時氫 1 升重 0.09 克，計算下列各氣體在同狀況時 1 升的重量：二氧化碳 $[\text{CO}_2]$ ，氨 $[\text{NH}_3]$ ，甲烷 $[\text{CH}_4]$ ，硫化氫 $[\text{H}_2\text{S}]$ 。 答：1.98克，0.765克，0.72克，1.53克。

2. 純碳酸鈣 1 克強熱後，失去重量 0.44 克。另取同物質 1 克加酸作用，在 N.T.P. 時放出二氧化碳 224 立厘米，試由此結果，求出二氧化碳的分子量。 答：44

3. 鐵桶內裝一氧化碳 [CO] 或二氧化碳 [CO₂]。但知該氣 1 升在 N.T.P. 時重 1.26 克，問究為那一種？在 N.T.P. 時氫 1 升重 0.09 克。 答：CO

4. 液態氮 0.507 克氣化後，在 N.T.P. 時佔 160 立厘米，求氮的分子量。 答：70.98

5. 1863 年發現銲 [In] 元素，他的當量為 37.8，當初假定原子價為 2。後來測定他的比熱為 0.057，求其氧化物的公式。 答：In₂O₃

6. 在 N.T.P. 時 1 升瓶內裝滿空氣時重 221.981 克。如換裝二氧化碳，即重 222.646 克。求二氧化碳的分子量，在 N.T.P. 時空氣 1 升重 1.293 克，氫 1 升重 0.089 克。 答：44

34.

1. 三氯甲烷 1.707 克在維克托美樂 (Victor Meyer) 器中揮發，所得氣體，在 N.T.P. 時量之為 320 立厘米。求三氯甲烷的分子量。 答：119.49

2. 揮發性液體 0.546 克，在 15°C 及 760 毫米時揮發為 288 立

厘米氣體，求該液體的分子量。 答：44.8

3. 氯化矽 (SiCl_4) 的分子量為 170，求矽 (Si) 的當量。

答：7

4. 真空瓶的容量為 380 立厘米，在 17°C 及 580 毫米時裝乾燥的氮，增重 0.2184 克，求氮的分子量。 答：17.9

5. 一端封閉的盛汞玻璃管，倒插於汞槽中，管內汞高 760 毫米，管外圍以 127°C 的蒸氣套。另以一小瓶盛揮發液體 0.0819 克，通入汞管中揮發，得氣體 192 立厘米，同時管內汞的液面降低至 665 毫米處。求該揮發液體的分子量。注意：此蒸氣已在 (760-665) 毫米壓力處。 答：112

6. 在維克托美樂 (Victor Meyer) 裝置中，一種新發現的揮發液體 0.6825 克蒸發後，驅出的空氣，在 15°C 時水上收集為 144 立厘米，當時大氣壓力為 772.7 毫米。求該揮發液體的分子量。注意：水蒸氣壓力在 $15^\circ\text{C}=127$ 毫米。 答：112

35.

1. 氣體 500 立厘米擴散 10 秒鐘，問他的擴散速率是多少？設以 200 立厘米在同狀況擴散，需時多少？ 答：50c.c./秒；4秒

2. 某氣體的擴散速率為每秒 R 立厘米，問在 t 秒間擴散多少體積？設以 V 立厘米在同狀況擴散需時多少？

答 Rt , c.c.; $\frac{V}{R}$ 秒.

3. 二氧化碳 40 立厘米與氧 47 立厘米擴散時間相同，試由此求出二氧化碳的分子量。 答：44.18

4. 置鋅 0.65 克及過量稀硫酸於瓶內，用橡皮塞塞緊，在作用之先瓶內已有空氣 100 立厘米。瓶塞能耐內部壓力 $2\frac{1}{4}$ 氣壓。問作用後瓶內氣體的壓力，將使瓶塞沖去麼？假定溫度壓力始終維持在 N.T.P. 時。 答：是

5. 在同狀況時氫幾立厘米適和氧 26 立厘米的擴散時間相等？ 答：104c.c.

6 氧 100 立厘米需時 10 秒間擴散經過一素燒陶器，問在同狀況時擴散氫 240 立厘米需時多少？ 答：6秒

36.

1. 氧 1 升和氫 3 升，那一種擴散得快？ 答：氫

2. 在 N.T.P. 時某氣體 50 立厘米重 0.072 克，問在同狀況時該氣體幾立厘米能和 100 立厘米氫擴散時間的一半相等？在 N.T.P. 時 1 升氫重 0.09 克。 答：125c.c.

3. 純二硫化碳的沸點為 46.2°C 。問 50 克二硫化碳溶有磷 (P_4) 0.62 克的溶液，沸點在幾度？ 答：46.435 $^{\circ}\text{C}$

4. 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 10 克溶 50 於克水中，蔗糖 $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$ 22.8 克溶於醋酸 40 克中，問那一種溶質使溶劑的冰點降低得大？ 答：蔗糖

5. 糖 9 克溶於 50 克水中測定冰點為 -1.86°C ，問此糖為葡萄糖 $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$ 抑為蔗糖 $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$? 答：葡萄糖

6. 某物質 1.92 克溶於 15 克苯內，使苯的沸點升高 2.67°C ，但知此物質的實驗式為 C_5H_4 ，求他的分子式。 答： C_{10}H_8

XII. 容量分析計算法

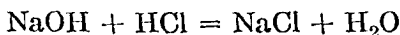
容量分析是由一種已知濃度的溶液求出另一物質的重量組成的方法。這種已知濃度的溶液，稱做標準溶液。標準溶液的濃度常用當量表示，解釋如次。

(a) 酸及碱

溶液 1 升內含有溶質 1 克當量，他的濃度稱 1 當量，簡稱 1N。

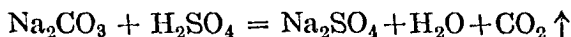
酸 1 克當量中必含有 1 克可被金屬置換的氫，例如 HCl 36.5 克中含有 1 克可被金屬置換的氫，所以鹽酸的克當量為 36.5。1 當量濃度 (1N) 的鹽酸，就是 1 升內含 HCl 36.5 克。又如 H_2SO_4 98 克中含有 2 克可被金屬置換的氫，換句話說， H_2SO_4 49 克中含有 1 克可被金屬置換的氫，所以硫酸的克當量為 49 克，1N 硫酸是 1 升內含 H_2SO_4 49 克。

碱1克當量是被1克當量酸適能中和的重量，例如 NaOH 40 克適與 HCl 1 克當量 (36.5 克) 中和



$$\underbrace{23+16+1}_{40} \quad \underbrace{1+35.5}_{36.5}$$

所以氫氧化鈉的克當量為 40 克，1N 氫氧化鈉是 1 升內含 NaOH 40 克。又如



$$\underbrace{46+12+48}_{106} \quad \underbrace{2+32+64}_{98}$$

H₂SO₄ 98 克適與 Na₂CO₃ 106 克中和，既知 H₂SO₄ 的克當量為 49 克，適與 Na₂CO₃ 53 克中和，所以 Na₂CO₃ 的克當量便是 53 克，1N 碳酸鈉是 1 升內含 Na₂CO₃ 53 克。

注意：有的酸內，不過一部份氫可被金屬置換，例如醋酸



$$\underbrace{12+32+12+32+1}_{60}$$

60 克中雖含氫 4 克，但祇有 4 分之 1 可被金屬置換，醋酸的公式所以為 CH₃COONa，換句話說 CH₃COOH 60 克中只有 1 克可被金屬置換的氫，所以 CH₃COOH 的克當量便是 60 克，

1N 醋酸是 1 升內含 CH_3COOH 60 克。下表內可以看出酸中有幾個可被金屬置換的氫原子。

酸	分子式	被金屬置換的氫原子	鹽的分子式
鹽酸	HCl	1	NaCl
硝酸	HNO_3	1	NaNO_3
硫酸	H_2SO_4	2	Na_2SO_4
甲酸	HCOOH	1	HCOONa
乙酸	CH_3COOH	1	CH_3COONa
草酸			
(a) 結晶	$(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	$(\text{COONa})_2$
(b) 非結晶	$(\text{COOH})_2$	2	$(\text{COONa})_2$

酸及鹼的標準溶液

製備一種純物質的標準溶液，只要秤定重量後，溶於水中，再稀釋至所需體積。

不是 100% 純粹的物質，就要先製成較濃溶液，與已知濃度的溶液比較，再以一定量的水稀釋至所需濃度。

標準溶液可用 1 當量(N)， $\frac{1}{10}$ 當量 $\left(\frac{N}{10}\right)$ ， $\frac{1}{100}$ 當量 $\left(\frac{N}{100}\right)$ 或 1 當量的任何倍數(例如 1.37N, .05N, 12N 等)。

由當量溶液的定義，可知：



(\equiv 是代表“相當”的意思)

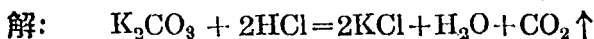
$$\therefore 1\text{L.NNaOH} \equiv 1\text{L.NH}_2\text{SO}_4 \equiv 1\text{L.NHCl} \equiv \\ 1\text{L.NCH}_3\text{COOH} \equiv \dots\dots$$

或 $x\text{c.c.NNaOH} \equiv x\text{c.c.NH}_2\text{SO}_4 \equiv x\text{c.c.NHCl} \equiv$
 $x\text{c.c.NCH}_3\text{COOH} \equiv \dots\dots$

$$y\text{c.c.}\frac{N}{10}\text{NaOH} \equiv y\text{c.c.}\frac{N}{10}\text{H}_2\text{SO}_4 \equiv y\text{c.c.}\frac{N}{10}\text{HCl} \equiv$$

$$y\text{c.c.}\frac{N}{10}\text{CH}_3\text{COOH} \equiv \dots\dots$$

例題 1. —— $\frac{N}{10}$ K_2CO_3 溶液 10 立厘米中含 K_2CO_3 幾克?



$$\underbrace{78+12+48}_{138} \quad \underbrace{2(1+35.5)}_{73}$$

HCl 73g. 與 K_2CO_3 138g. 中和

HCl 的克當量 = 36.5g.

\therefore HCl 36.5g. 應與 K_2CO_3 69g. 中和

\therefore K_2CO_3 的克當量 = 69g.

NK_2CO_3 溶液 1L. 內含 K_2CO_3 96g.

$\frac{N}{10}$ K_2CO_3 溶液 1L. 內含 K_2CO_3 6.9g.

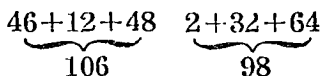
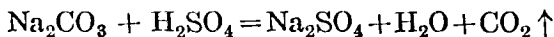
$$\therefore \frac{N}{10} \text{K}_2\text{CO}_3 \text{ 溶液 } 10\text{c.c. 內含 } \text{K}_2\text{CO}_3 \frac{6.9}{1000} \times 10 \\ = 0.069\text{g.}$$

例題 2. —— 碳酸鈉溶液 1 升中含 Na_2CO_3 53 克, 今以此

溶液 25 立厘米適與硫酸 24 立厘米中和，求此硫酸的濃度。

解： 100c.c. Na_2CO_3 溶液內含 Na_2CO_3 5.3g.

$$\therefore 25\text{c.c.} \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 溶液內含 } \text{Na}_2\text{CO}_3 \frac{5.3}{1000} \times 25 = 0.13\text{g.}$$



Na_2CO_3 106g. 中和 H_2SO_4 98g.

$$\therefore \text{Na}_2\text{CO}_3 0.13\text{g. 中和 } \text{H}_2\text{SO}_4 \frac{98}{106} \times 0.13 = 0.12\text{g.}$$

此 0.12g. H_2SO_4 含於 24c.c. 中。

$$\therefore 1000\text{c.c.} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 溶液應含 } \text{H}_2\text{SO}_4 \frac{0.12}{24} \times 1000 = 5.0\text{g}$$

\therefore 此溶液的濃度為每 L. 含 H_2SO_4 5.0g.

例題 3. —— 硫酸溶液 25 立厘米適能中和 $\frac{N}{10} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 25 立厘米，求此硫酸的濃度。

解： 既知 $\frac{N}{10} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 25c.c. 中和硫酸溶液 24c.c.，所以此溶液必較鹼液為濃，濃度的比為 $\frac{25}{24}$ ，即此硫酸比 Na_2CO_3 溶液濃 $\frac{25}{24}$ 倍，又知 Na_2CO_3 溶液的濃度為 $\frac{N}{10}$ 。

$$\therefore \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 的濃度為 } \frac{25}{24} \times \frac{N}{10} = 1.04 \frac{N}{10} = 0.104N$$

$$\frac{N}{10} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 每 L. 內含 } \text{H}_2\text{SO}_4 4.9\text{g.}$$

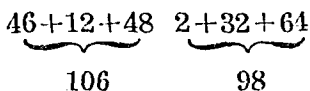
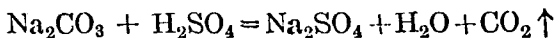
$$\therefore 0.104N \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 每 L. 內含 } \text{H}_2\text{SO}_4 1.04 \times 4.9 = 5.0\text{g.}$$

欲將此硫酸成為 $\frac{N}{10}$ 濃度，每 24c.c. 需加蒸溜水稀釋至 25

c.c.

例題 4. ——洗濯碱 0.94 克溶於水，稀釋成 100 立厘米溶液。此液 20 立厘米用 $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 21 立厘米滴定中和，求洗濯碱中結晶水的百分率。

解：洗濯碱中祇有 Na_2CO_3 被酸中和，與結晶水無關。



題內指示出碱液較酸液為濃。

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 溶液的濃度} &= \frac{21}{20} \times \frac{N}{10} \\ &= \frac{21}{20} \times 5.6\text{g/L} \\ &= \frac{21}{20} \times \frac{5.6}{10}\text{g}/100\text{c.c.} \\ &= 0.59\text{g}/100\text{c.c.} \end{aligned}$$

但洗濯碱溶液 100c.c. 中含洗濯碱 0.94g.

$$\therefore \text{結晶水的重量} = 0.94 - 0.59 = 0.35\text{g.}$$

$$\therefore \text{結晶水的百分率} = \frac{0.35}{0.94} \times 100 = 37.2\%$$

容量法求金屬的當量

例題 5. ——鎂 0.4 克溶於過量 NHCl 中，共耗酸 80 立厘米，作用完成後，剩餘的酸，用 13.4 立厘米 NNaOH 滴定，

適夠中和，求鎂的克當量。

解： 共用 NHCl 80.0c.c.

剩餘 NHCl 13.4c.c. (因需13.4c.c. NNaOH 中和)

溶鎂所需的 NHCl 66.6c.c.

NHCl 中含 1g. 可以置換的氫。一元素的當量是與氫 1g. 置換所需的重量。任何金屬與 NHCl 所作用的重量，也就是他的當量。

NHCl 66.6c.c. 溶鎂 0.4g.

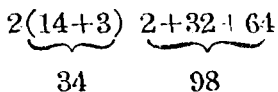
$$\therefore \text{NHCl } 100\text{c.c. 溶鎂 } \frac{0.4}{66.6} \times 1000 = 12.0\text{g.}$$

\therefore 鎂的克當量 = 12.0g.

銨化合物中氮量的測定

例題 6. 一 氯化銨 22.2 克和過量氫氧化鈉濃溶液共熱，將放出的氨通入 60 立厘米 NH_2SO_4 中，待吸收作用完成 所餘的酸，以 NNaOH 滴定，耗去 15.6 立厘米，試計算出氯化銨中氮的百分率。

解： $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



中和氮所需的 $\text{NH}_2\text{SO}_4 = 60 - 15.6 = 44.4\text{c.c}$

由方程式可知

H_2SO_4 98g. 中和 NH_3 34g.

NH_2SO_4 1L 中含 H_2SO_4 49g.

\therefore NH_2SO_4 2L. 中和 NH_3 34g.

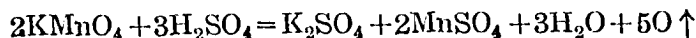
\therefore NH_2SO_4 44.4c.c. 中和 $\text{NH}_3 \frac{34}{2000} \times 44.4 = 0.75\text{g}$.

\therefore NH_3 在 NH_4Cl 中的百分率 = $\frac{0.75}{2.22} \times 100 = 33.8\%$

(b) 過錳酸鉀

過錳酸鉀在容量分析法中是一種重要的氧化劑。N 濃度普通是 1 升溶液內含溶質 1 克當量之意。但氧化劑的克當量常以其能供給多少量氧(8 克)來決定。

在硫酸溶液內，溫熱的過錳酸鉀即起如下的反應：



$$2(\underbrace{39 + 55 + 64}) \qquad \qquad \qquad 5 \times \underbrace{16}$$

$$\qquad \qquad \qquad 316 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 80$$

過錳酸鉀 316g. 供給氧 80g.

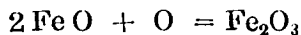
過錳酸鉀 31.6g. 供給氧 8.0g.

\therefore 31.6g. 是過錳酸鉀的克當量

\therefore KMnO_4 溶液 1L. 內應含 KMnO_4 31.6g.

過錳酸鉀與亞鐵鹽的作用

過錳酸鉀能將亞鐵鹽氧化成鐵鹽，例如氧化亞鐵氧化成氧化鐵：



$$2(56+16) \quad 16$$

16g. O 氧化 112g. 二價的鐵

∴ 8g. O 氧化 56g. 二價的鐵

但 NKMnO_4 1L. 能供給 8g. O

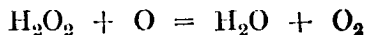
∴ NKMnO_4 1L. 能氧化 56g. 二價的鐵

或 NKMnO_4 1c.c. 能氧化 0.056g. 二價的鐵

或 $\frac{\text{N}}{10}\text{KMnO}_4$ 1c.c. 能氧化 0.0056g. 二價的鐵

由此，反應中已知用去 KMnO_4 標準溶液的 c.c. 數，便易求出亞鐵鹽的重量，因為 KMnO_4 標準溶液 1c.c. 相當於幾克二價的鐵，看了上面極易明瞭。

過錳酸鉀與過氧化氫的作用



$$\underbrace{2+32} \quad 16$$

$$34$$

16g. O 氧化 34g. H_2O_2

∴ 8g. O 氧化 17g. H_2O_2

∴ 1L. NKMnO_4 也氧化 17g. H_2O_2

或 1c.c. NKMnO_4 氧化 0.017g. H_2O_2

或 1c.c. $\frac{\text{N}}{10}\text{KMnO}_4$ 氧化 0.0017g. H_2O_2

由此便可求出過氧化氫溶液內 H_2O_2 的重量。

過錳酸鉀與草酸的作用



$$\underbrace{2(12+32+1) + 2(2+16)}_{126} \quad 16$$

126

16g. O 氧化 126g. $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

∴ 8g. O 氧化 63g. $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

∴ 1L. NKMnO_4 也氧化 63g. $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

或 1c.c. NKMnO_4 氧化 0.063g. $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

或 1c.c. $\frac{\text{N}}{10} \text{KMnO}_4$ 氧化 0.0063g. $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

由此便可求出溶液內 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的重量。

無水草酸 $(\text{COOH})_2$ 的分子量為 90. 1c.c. NKMnO_4 能
氧化這種草酸 0.045g.

本 類 提 要

1c.c. $\text{N KMnO}_4 = 0.056\text{g}$ 二價的鐵

1c.c. $\text{N KMnO}_4 = 0.017\text{g}$ H_2O_2

1c.c. $\text{N KMnO}_4 = 0.063\text{g}$ $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

1c.c. $\text{N KMnO}_4 = 0.045\text{g}$ $(\text{COOH})_2$

習 題

37.

1. 硫酸一瓶，瓶簽很不清楚，似為“ NH_2SO_4 ”，為謹慎起見把他分析一下，方知 250 立厘米中含 H_2SO_4 24.5 克，問瓶簽所註有沒有錯誤？如有錯誤應怎樣改法？ 答：錯； $2\text{NH}_2\text{SO}_4$

2. 某實驗需碳酸鈉 10.6 克，問應用 NNa_2CO_3 溶液幾立厘米？ 答：200

3. 每升含 HCl 7.3 克的稀鹽酸為幾當量濃度？ 答： $\frac{\text{N}}{5}$

4. $5\text{N Na}_2\text{CO}_3$ 溶液 100 立厘米蒸乾後，可得固體 Na_2CO_3 幾克？ 答：26.5

5. 鎘的當量為 113，問氯化鎘 14 85 毫克中含鎘多少重？ 答：11.3 毫克

6. 製 NHCl 10 升所需的氯化氫，應由幾克食鹽 $[\text{NaCl}]$ 和冷的濃硫酸 $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ 製出？ 答：585

38.

1. 氫氧化鈉 $[\text{NaOH}]$ 15 克可製 $\frac{\text{N}}{10}$ 溶液幾立厘米？

答：3750

2. 製備 NK_2CO_3 溶液 5 升，所需的碳酸鉀 $[\text{K}_2\text{CO}_3]$ 價值多少？ 答：2242.5 元

3. $5\text{NNa}_2\text{CO}_3$ 溶液 20 立厘米和過量酸作用，在 N.T.P. 時

可放出二氧化碳(CO_2)幾立厘米? 答:1120

4. $4\text{NH}_2\text{SO}_4$ 50 立厘米和鋅充分作用後,所生的氫足夠還原 7 克氧化銅 [CuO] 麼? 答:能

5. 12.0 克大理石投入 2N HCl 100 立厘米中,能完全溶化麼? 答:不能

6. $\frac{\text{N}}{10}\text{H}_2\text{SO}_4$ 10 立厘米中,加入足量氯化鋇(BaCl_2)溶液,能得硫酸鋇 (BaSO_4) 的沉澱幾克? 答:0.1105

39.

1. 在 N.T.P. 時氯化氫 (HCl) 2.24 升溶於水中,成溶液 500 立厘米,問此溶液為幾當量濃度? 答: $\frac{\text{N}}{5}$

2. 鋅銅合金 5 克內加入 NHCl 20 立厘米,鋅即全部溶出,求此合金內二金屬的百分率。 答: Zn 13%, Cu 87%

3. 加過量碳化鈣 [CaC_2] 於 450 克石油中,檢驗石油內含水的成分,在 N.T.P. 時集得乙炔 [C_2H_2] 1120 立厘米,問此石油內含水百分率多少? 答: 0.2%

4. 商品鹽酸 18.25 克加水稀釋成 100 立厘米,取出 25 立厘米適與 N NaOH 25 立厘米中和,問此商品鹽酸含 HCl 的百分率多少? 答: 20%

5. 每升含 H_2SO_4 14 克的硫酸 50 立厘米,中和時需要每升含 KOH 8 克的氫氧化鉀溶液幾立厘米? 答: 100

6. 鎂0.4克溶於 NH_2SO_4 50立厘米中，尚餘未作用的硫酸，用 NaOH 16.7立厘米中和，由此結果求鎂的當量。 答：12.0

40.

1. 乙二醇—〔1,2〕 $(\text{CH}_2\text{OH})_2$ 加入汽車輻射器內，可作防凍劑。今以此物2000克加入盛水5升的輻射器中，入夜溫度降至 -10°C ，器內的水要結冰麼。 答：不

2. 過量氯化鋇 $[\text{BaCl}_2]$ 溶液加入含亞硫酸鈉 $[\text{Na}_2\text{SO}_3]$ 1.89克的溶液中，得亞硫酸鋇 $[\text{BaSO}_3]$ 沉澱，今欲此沉澱全部溶解，需加 NHCl 幾立厘米？ 答：15

3. 人造肥料1.02克與過量氫氧化鈉共熱，放出的氨能中和 NH_2SO_4 20立厘米，求此肥料中氨 $[\text{NH}_3]$ 的百分率。

答： $33\frac{1}{3}\%$

4. 以6辨士向甲店買氨水一瓶，500立厘米。取出10立厘米，由此放出的氨與150立厘米 NHCl 中和。另以同樣代價向乙店買氨水一瓶，400立厘米。取出20立厘米，由此放出的氨和370立厘米 NH_2SO_4 中和，問二店所購者那一家便宜？

答：甲店

5. 純鐵2.5克溶於稀硫酸後，因貯藏不妥，一部份硫酸亞鐵被氧化。將溶液沖成250立厘米，取出25立厘米，用 $\frac{\text{N}}{10}$ K MnO_4 滴定，耗去30立厘米，問硫酸亞鐵中已氧化的鐵有百分

之幾? 答: 23.8%

6. 結晶草酸 15.12 克溶於水後, 稀釋至 1 升。取出 10 立厘米, 用 $\frac{N}{10}$ KMnO_4 滴定, 耗去 24 立厘米。求結晶草酸中結晶水的百分率。 答: 28.0%

41.

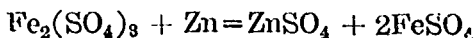
1. 雙氧水一瓶計 250 立厘米, 此水 10 立厘米需 NKMnO_4 20 立厘米氧化, 問此瓶雙氧水中含 H_2O_2 多少重? 答: 8.5 克

2. 前題內的雙氧水, 瓶簽上標明“20體積,”是不是準確?“20體積”是表示在 N.T.P. 時 1 立厘米能產生氧 20 立厘米。答: 不

3. 鐵絲 1 克內雜質 4.8%, 溶於過量稀硫酸, 不使露於空氣, 靜待冷卻後, 所成硫酸亞鐵 $[\text{FeSO}_4]$ 用 N KMnO_4 充分氧化, 問需此氧化劑幾立厘米? 答: 17

4. 強雙氧水為 100 容積強度的二氧化氫, 即 1 立厘米在 N.T.P. 時能發 100 立厘米氧。問氧化此強雙氧水 10 立厘米, 應需 NKMnO_4 幾立厘米? 答: 178.6

5. 鋅粉 1 克內含氧化鋅少許, 與過量硫酸鐵 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ 溶液共熱, 起下列的還原作用:



所成溶液加硫酸後, 稀釋成 250 立厘米。取出 25 立厘米需要

2 立厘米 $\frac{N}{10}$ KMnO_4 氧化之, 求鋅粉內鋅的百分率。 答: 65%

6. 氮的分子量為 4。以此氣在 $1\frac{1}{4}$ 氣壓下裝滿一只容量 17,920 立呎的飛船, 需重多少 答: 4000 噸

XIII. 英國各著名大學入學試題

1. 某金屬的當量為 12, 和酸作用, 在 15°C 及 760 毫米時放出氫 525 立厘米, 問溶去該金屬多少? (Camb.) 答: 0.53 克

2. 某物質 10 克, 強熱後放出 CO_2 2.55 克和 H_2O 0.525 克, 并留下 CuO 為殘滓。問該物的最簡化學式為何: (Camb. & Ox.) 答: $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

3. 沼氣 [CH_4] 10 立厘米和氧 50 立厘米的混合物通過電火花後, 氣體的體積為何 (a) 假定變化前後的溫度為 110°C , (b) 假定在室溫時做此實驗? (Lond.) 答: (a) 60 c.c. (b) 40 c.c.

4. 一種二價金屬“X”1 克, 溶於稀硫酸, 在 15°C 及 76 厘米時生成氫 423 立厘米, 計算該金屬的當量與原子量。

并寫出他的氧化物, 氯化物, 硫酸鹽的公式。

仍以該金屬 1 克溶於硝酸後, 將溶液蒸發至乾, 得氧化物 1.429 克, 由此計算他的當量, 與以上所得的結果比較, 並加以說明。 (Ox.) 答: 27, 94, 55, 88, 18, 65

5. 某金屬 0.48 克，溶於 NH_2SO_4 50 立厘米，所成溶液需 NNaOH 10 立厘米中和，求該金屬的當量。(North.) 答：12.0

6. 二種氮氧化合物的百分組成爲：

	I	II
N	63.64	46.67
O	36.36	53.33

此結果是不是符合倍比定律？(Ox. & Camb.) 答：是

7. 電解槽內盛金屬硫酸鹽溶液，二鉑極縱接於水電解器蓄電池，鉑陰極上析出金屬 0.48 克，水電解器內放出氫 176 立厘米，當時溫度爲 15°C 壓力爲 76 厘米。(a) 求該金屬的當量。(b) 電解器的陽極上發生什麼氣體，體積有多少？(c) 陰極上的金屬以硝酸溶解後的溶液，蒸發至乾，灼熱後的渣滓重多少？(Ox.) 答：(a) 32.22；(c) 0.60 克

8. 某元素的氧化物二種，分子量爲 29 與 44，一種含該元素 42.8%，另一種含該元素 27.3%。問該元素的原子量大概爲何？(Lond.) 答：12

9. 中和純硝酸 3 克，應需每升含碳酸鈉 1 克當量的溶液幾升？(Ox.) 答：0.047

10. 金屬 0.18 克溶於鹽酸中，在 15°C 及 720 毫米時，放出氫 250 立厘米，求該金屬的當量及氯化物內含氯的百分率。

氫 1 升在 N.T.P. 時重 0.09 克 (North.) 答: 89.1, 93%

11. 金某屬的氧化物二種 a 和 b, 同以純氫通過, 加熱後得如下的結果:

a 2.00 克得水 0.2517 克

b 1.00 克得水 0.2264 克

試證明此結果與倍比定律相符; 並計算該金屬的當量。

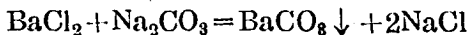
(Camb.) 答: 63.51, 51.76

12. $\frac{N}{2}$ -HCl 200 立厘米內已溶有微量碳酸鈉 $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$, 由其中取出 25 立厘米, 用 $\frac{N}{2}$ -NaOH 滴定, 需 20.5 立厘米, 試計算所用無水碳酸鈉的重量。 (North.) 答: 0.954 克

13. 稀硫酸 1 升內投入鋅 100 克, 迨作用完畢後, 尙剩鋅 35 克。試求該硫酸 1 升內含 H_2SO_4 幾克? 假定在 N.T.P. 時, 則所放出的氫爲幾升? (Lond.) 答: 98g., 22.4L

14. 強熱純氯酸鉀 1 克, 放出的氧在 17°C 及 720 毫米壓力時的體積爲多少? (Ox. & Camb.) 答: 307.5cc

15. (a) 氯化鈉與無水碳酸鈉的混合物 5 克, 溶於水中, 加入過量氯化鋇溶液, 使碳酸根悉變爲碳酸鋇沉澱:



濾過後秤此乾燥沉澱爲 3.94 克。

(b) 另取此混合物 5 克溶於水中以, NHCl 滴定, 用酸 40

立厘米。

由上二實驗分別算出此二種鹽在混合物內的百分率。

(North.) 答: Na_2CO_3 42.4%; NaCl 57.6%

16 碳 0.74 克在氧氣流中燃燒, 生成的氣體, 通過赤熱氧化銅, 所得二氧化碳完全吸收於貯有苛性鈉的玻璃球內, 使玻璃球內增重 2.69 克。試由此實驗求出碳的當量。(Camb.) 答: 3.04

17. 壓力不變, 在 18°C 時的氧 350 立厘米, 加熱至 309°C , 應為幾立厘米?(North.) 答: 700.

18. 二氧化錳和氯酸鉀的混合物 0.335 克, 熱至 200°C 左右, 不復有氧發生。把已發出的氧在 750 毫米及 16°C 時量之為 70 立厘米, 試計算此混合物內二氧化錳的百分率。(Lond.) 答: 28.56%

10. 溶解鋅 13 克應需含 HCl 20% 的鹽酸幾克?(North.) 答: 73

20. (a) 甲烷 (b) 乙炔 (c) 乙炔各 5 立厘米, 分別與氧 20 立厘米混合, 再通過電火花, 問爆炸後每種生成物的體積成分為何, 假定壓力不變, 溫度均在 100°C 以上?(Camb.)

答: (a) CO 5c.c., H_2O 10c.c., O_2 10c.c.
 (b) CO 10c.c., H_2O 10c.c., O_2 5c.c.
 (c) CO 10c.c., H_2O 5c.c., O_2 7.5c.c.

21. 每升含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1.0 克的石灰水 500 立厘米內, 通入

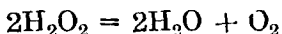
二氧化碳，所得沉澱為何？重量多少？(Ox. & Camb.)

答： CaCO_3 , 0.68g.

22. 在 0°C 及 864 毫米壓力時燃氫 76 升，可生成水幾克？(North.) 答：69.98

23. 在 17°C 及 760 毫米壓力時的一瓶氣體熱至 46°C ，瓶內壓力為多少？(North.) 答：836mm.

24. 過氧化氫有接觸劑存在時，起下列的分解作用：



問每升含 H_2O_2 20 克的過氧化氫 50 立厘米，分解後可得 20°C 及 756 毫米時的氧多少體積？(Camb.) 答：355.4c.c.

25. 氫氧化鈉 1 克加入 NH_4SO_4 50 立厘米中後，再注入量過碳酸鈉溶液，問在 N.T.P. 時放出二氧化碳幾立厘米？(North.) 答：280

26. 某元素在他的氧化物內佔 31.4%，他的氯化物的蒸氣密度為 58。求該元素的當量，原子量及原子價。(Camb.) 答：3.66; 10.98; 3.

27. 鎂 5 克投入稀硫酸，所生的氫，在 12°C 及 74 厘米時和氯多少體積化合？化合後生成物的重量為何？(Lond.) 答：5002c.c., 14.8g.

28. 某物質的重量百分組成為鉀 45.95，氧 37.6，氮 16.45.

求此物的最簡化學式。(North.) 答: KNO_2

29. 結晶碳酸鈉 10 克適和硫酸 3.43 克中和, 求此結晶體的分子式。(Lond.) 答: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

30. 硝酸與鹽酸的混合液 20 立厘米內, 加 N NaOH 10.5 立厘米適能中和。另取此混合液 20 立厘米加過量硝酸銀溶液, 得氯化銀沉澱 0.98 克, 試求此混合液 1 升內含硝酸與鹽酸的重量各多少? (Camb.) 答: 11.65g, 12.5g

31. 水合物一種, 成爲分鈉 20.72%, 硫 14.41%, 水 64.86%, 求他的分子式。(Ox. & Camb.) 答: $\text{Na}_2\text{S} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

32. 溶液內含 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 3 克, 欲使其中的銅盡變爲氧銅化, 應加 N NaOH 多少體積? (Camb.) 答: 24.05c.c.

XIV. 本國各著名大學入學試題

1. 一種氣體, 在溫度攝氏表 25 度, 氣壓 700 公釐 (mm.) 時, 其體積爲一公升 (liter).

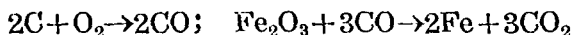
(a) 如溫度不變, 問氣壓須達若干公釐時, 該氣體體積始爲原有體積四分之三?

(b) 如氣壓不變, 問溫度須達攝氏表幾度時該氣體體積始爲原有體積之 1.5 倍?

(c)如溫度氣壓同時變遷達到 a. 與 b. 正中所求之數, 其時該氣體所有體積應為若干公升? (清華大學)

答: (a)1013; (b)74°; (c)0.87

2. 鍊鐵爐中之化學作用, 大致可以用下列兩步方程式表明之:



設所取鐵礦為純粹的 Fe_2O_3 , 所用之焦煤為純炭, 問一噸鐵礦需若干噸焦煤方為够用? 又問如此須用若干噸養氣?

(清華大學) 答: 0.225噸; 0.3噸.

3. 設在溫度 $25^\circ C$ 氣壓 750m.m. 時, 將硫化氫通入 $20^\circ C$. 硫酸銅當量溶液 (Normal solution), 問至反應完畢時 (假定此氣絕無損失), 共需硫化氫若干公升? 註: 在標準境遇時, 一公升硫化氫之重量為 1.52 克 (北平師大) 答: 2.47

4. 今有化合物內含鉀 28.15%, 含氯 25.62%, 含氧 46.23%, 試將此化合物之最簡公式寫出 (北京大學) 答: $KClO_4$

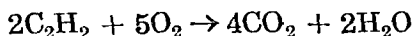
5. 2.45 公分重之氯酸鉀分解時應得氯化鉀若干公分? 若放出之氧在 $27^\circ C$ 並 750mm. (水銀壓) 下量之應佔容積若干? (北京學大) 答: 1.49; 0.74L

6. 酒精蒸汽 100 公升完全燃燒時需純氧若干? (北平大學) 答: 300公升

7. 在溫度 20°C 及氣壓 76mm. 情形下某氣體化合物 (含碳氫二元素) 秤重 0.14 克, 佔容積 120c.c., 憑分析結果此氣體含碳 85.7%, 試求此氣體之分子式。 (中央大學) 答: C_2H_4

8. 九成磁鐵礦 2000 噸, 用以製含炭 1.5% 的鋼, 可得若干? (假定磁石中之鐵, 於製鍊時失去一成) (中央大學)
答: 1190.97 噸

9. 在 20°C 及一氣壓下燃燒 240.4c.c. 之乙炔, 使成二氧化碳, 其反應如下式:



試算出所需氧氣之重量及所生二氧化碳之重量。

(南開大學) 答: 0.801克; 0.881克

10. 有一化合物其分子量為 26, 由分析知含炭 92.31%, 氫 7.69% 問此化合物為何物? (北洋大學) 答: C_2H_2

11. 今有某種氣體 10 升於壓力 73 厘米, 溫度 14°C 時, 有 15.809 克之重量, 問此氣體對於氧之比重如何?
(同濟大學) 答: 1.21

12. 問葡萄糖 100 克發酵之時, 可生酒精若干? 又在標準狀態之下所生之二氧化碳若干升? (河南大學)
答: 51.1 克; 21.9 升

13. 加少量硫酸於水, 用二安之電流通 10 分鐘時, 問生氧

與氫各若干 c.c.? 又所分解之水量爲若干? (浙江大學)

答: 氫 139.2 c.c.; 氧 69.6 c.c.; 水 0.112 克

14. 在溫度 20°C 及氣壓 755mm. 時, 0.58 克之某種氣體佔體積半升, 該氣體之成分爲氫 14.3% 及碳 75.8%. 試求該氣體之分子式. (交通大學) 答: C_2H_4

15. 以二氧化錳與鹽酸并合加熱得氯 71 克。

(a) 試求二氧化錳之重量 (b) 如所用之鹽酸比重爲 1.20 含量爲百分之四十應需鹽酸之容積爲若干? (c) 所發生之氯可製漂白粉若干? (交通大學) 答: (a) 87 克; (b) 304 c.c.; (c) 127 克

16. 加氯化鋇溶液於稀硫酸 26c.c. 內, 作用完成, 得硫酸鋇 1.167 克, 求該硫酸之規定濃度 (normality) (唐山交通大學) 答: 0.3836N.

17. 設有某種氣體 2.4 公斤 (Kilogram), 其溫度爲攝氏 20 度, 其壓力爲 20 氣壓, 其體積爲 100 公升 (Liter), 問該氣體之分子量爲若干公分 (gram)? (焦作工學院)

答: 28.8 公分

18. 欲以稀硫酸與鋅作用製氫 10 升, 問須含 33.33% 及比重 1.25 之 H_2SO_4 若干立厘米? (廈門大學) 答: 105

19. 今有組成爲氫 7.7 碳 92.3 之化合物 0.5 克, 熱至 117°C 時變爲 205.1 c.c. 之蒸氣, 問此物之分子式爲何?

(上海醫學院) 答: C_6H_5

20. 設在 $22^\circ C$ 氣壓計示度 764 毫米時, 用排水法捕集氣體 210c.c., 瓶內水面高出瓶外水面 8 厘米, 求該氣體在標準狀態下之體積 ($22^\circ C$ 時水蒸氣之壓力為 20 毫米).

(安徽大學) 答: 189c.c.

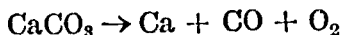
化學方程式

XV. 怎樣寫化學方程式

化學方程式是根據實驗結果表示一切確有的化學反應, 不是憑空可以造出來, 與代數方程式之右邊可以推出左邊來不同, 例示必先知石灰石分解後可得生石灰與二氧化碳才能成立方程式:



倘按代數方程式的推演寫成:



則大謬不然, 蓋事實上決沒有這種變化發生。

化學變化繁而且雜, 大都均可有方程式來表示, 吾人當然不能一一牢記, 但初學者應明瞭書寫化學方程式的基本條件。

在寫一化學方程式以前，應該先知道下列四項原則：

1. 確實有這個化學變化發生
2. 反應物是什麼
3. 產生物是什麼
4. 反應物及產生物的分子式

然後按下列五個步驟寫出一完整的式子來：

1. 將變化物的分子式寫在箭頭的左方。
2. 將產生物的分子式寫在箭頭的右方。
3. 增加右邊的分子數使左邊各元素都能用着。
4. 改變左邊的分子數，視右邊產生物的需要，酌量增加。
5. 將兩邊的分子數，對照一下，是不是相等，今以氫在氧中燃燒，產生水的變化作為例子，顯示這五個步驟。

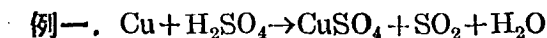
1. $\text{H}_2 + \text{O}_2$
2. $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
4. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

5. 左方有四氫原子，在二個氫分子中；二個氧原子在一個氧分子中，在右方有二分子的水，其中也含四個氫原子和二個氧原子。

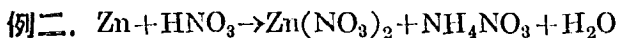
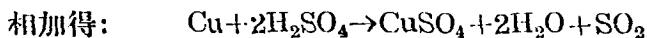
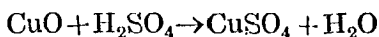
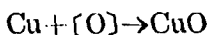
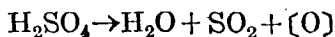
代數方式的意義，乃等式中的文字，必須代以一定之數，

則等號的兩邊始相等，此點與化學方程式相同，即每一化學符號乃代表該元素的一定原子量，方程式兩邊所代表的數目，總和必須相等，方得稱為方程式。換言之化學方程式必須兩邊配整。雜複方程式之配整，須多練習始能熟悉，茲舉例如次：

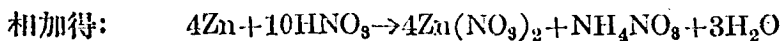
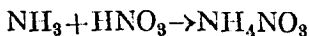
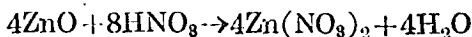
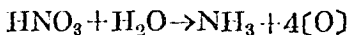
1. 凡遇複雜之方程式，先研究其變化之內容，可否分析為數個簡單方程式，比較容易配整，然後相加而得完整之總方程式。



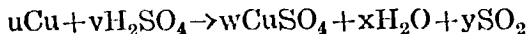
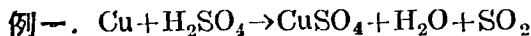
分析之可得：



分析之可得：



2. 按代數方程式解之。



按方程式原理：

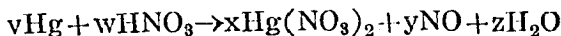
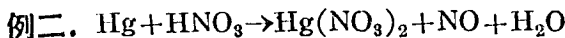
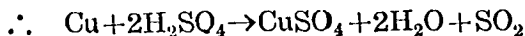
$$u = w; \quad 2v = 2x; \quad v = w + y; \quad 4v = 4w + x + 2y$$

設 $u = 1$

則 $w = 1; \quad v = 1 + y; \quad x = 1 + y;$

$$4(1 + y) = 4 + 1 + y + 2y \quad y = 1;$$

$$\therefore v = 2; \quad x = 2$$



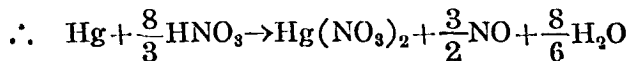
按方程式原理：

$$v = x; \quad w = 2z; \quad w = 2x + y; \quad 3w = 6x + y + z$$

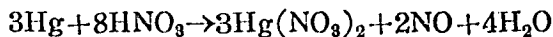
設 $v = 1$

則 $x = 1; \quad w = 2 + y; \quad z = \frac{2 + y}{2}; \quad y = \frac{2}{3}.$

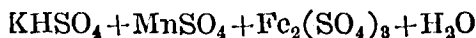
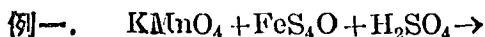
$$\therefore w = \frac{8}{3}; \quad z = \frac{8}{6}$$



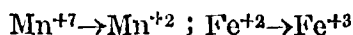
乘以 3 得：



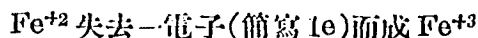
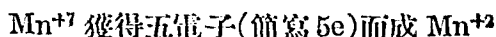
3. 凡氧化還原作用可依原子價之增減而配整之；換言之即在變化中電子之得失而配整之。



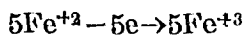
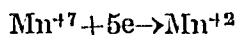
式中原子價有變化者僅 Mn 與 Fe 二元素：



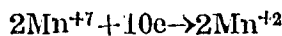
原子價之變化乃由於元素上電子之得失：



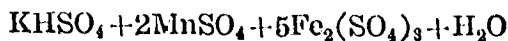
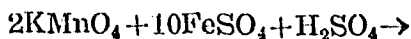
在一方程式中電子之得失數目必相等，所以



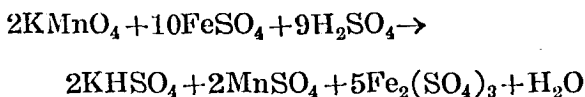
因 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 無論有若干個分子，其 Fe 均為雙數，故須將上式各乘以 2，而成為



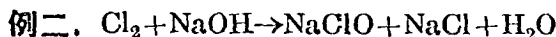
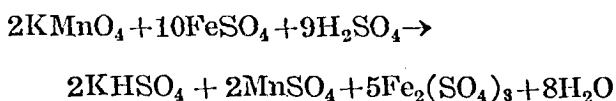
由此可先寫成



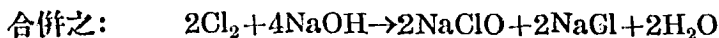
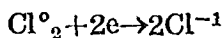
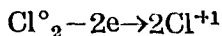
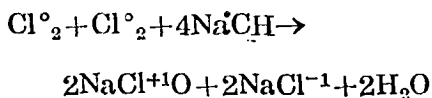
其他原子價無變遷者極易配整，式中 2KMnO_4 中有 2K ，故知 KHSO_4 亦必為 2 分子。再就右方 2MnSO_4 ， 2KHSO_4 及 $5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 共含 SO_4 根 19 個，除在 10FeSO_4 中具有 10 個外，另需 9 分子 H_2SO_4 以補充之。



式中左方既有 18H ，而右方除 2KHSO_4 中之 2H 外，尚須 16H 以補足之，方得相等，故完整式應為：

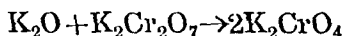
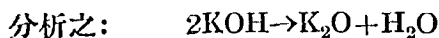
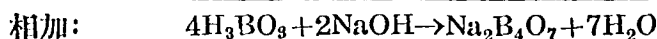
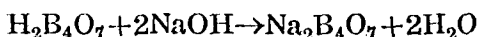
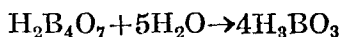
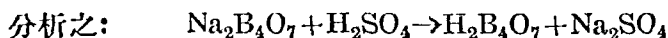
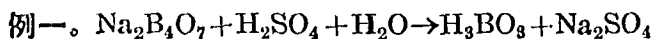


在此變化中，一部份 Cl_2 得電子，另一部份失電子，故須寫為

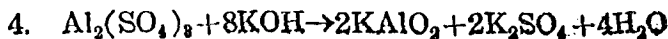
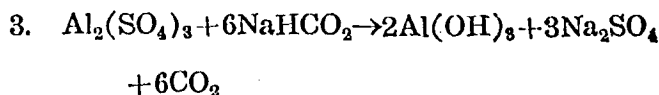
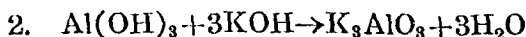
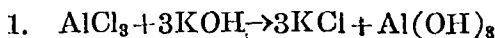


4. 水化，去水，縮合等化學反應，因原子價無增減，故不適
用氧化還原方法配整之，有時表面上雖甚複雜，但用分析配法

整之，並不困難。



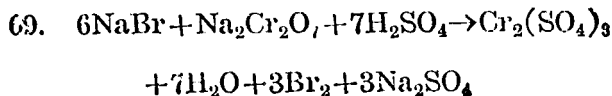
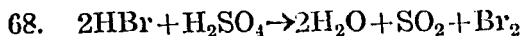
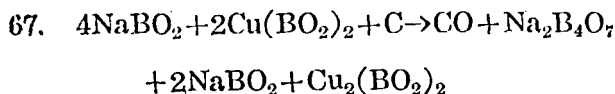
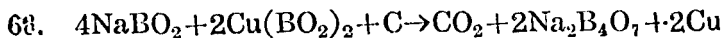
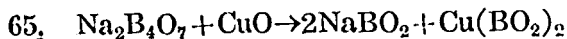
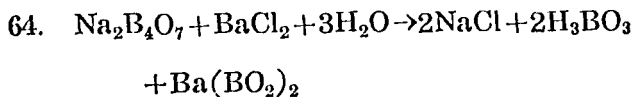
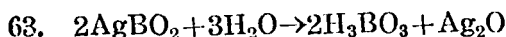
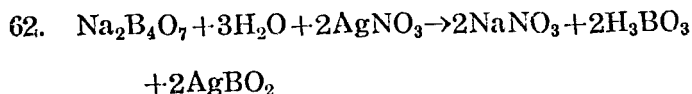
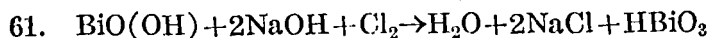
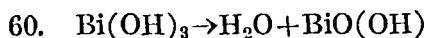
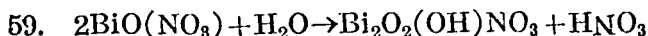
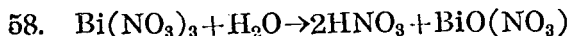
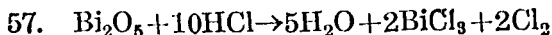
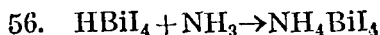
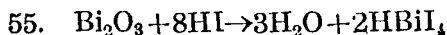
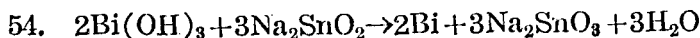
茲列配整之化學方程式三百個，均係比較重要而在普通化學教科書上並非一查即得者，以資參考。



5. $2\text{Al} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KAlO}_3 + 3\text{H}_2$
6. $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{NaCl} + 2\text{Al}(\text{OH})_3$
 $+ 3\text{SO}_2 + 3\text{S}$
7. $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$
8. $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$
9. $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$
10. $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
11. $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{NH}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_2$
12. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{CO}_2$
13. $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{NaPO}_3$
14. $2(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{N}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3$
15. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3$
16. $2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{KI} + 2\text{KClO} \rightarrow \text{NH}_2\text{I} + \text{NH}_3 + 2\text{KCl}$
 $+ 2\text{H}_2\text{O}$
17. $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{PtCl}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $+ 2\text{NH}_3$
18. $3(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6 \rightarrow 2\text{N}_2 + 2\text{NH}_3 + 18\text{HCl} + 3\text{Pt}$
19. $\text{As}_4 + 4\text{HNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{AsO}_3 + 4\text{NO}$
20. $3\text{As}_4 + 20\text{HNO}_3 + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 12\text{H}_3\text{AsO}_4 + 20\text{NO}$
21. $\text{As}_4 + 10\text{NaClO} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{AsO}_4 + 10\text{NaCl}$

22. $3\text{As}_2\text{S}_3 + 28\text{HNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 9\text{H}_2\text{SO}_4 + 28\text{NO}$
 $+ 6\text{H}_3\text{AsO}_4$
23. $\text{As}_2\text{S}_3 + 14\text{H}_2\text{O}_2 + 12\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow 20\text{H}_2\text{O} +$
 $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2(\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4$
24. $2(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_4 + 6\text{HCl} \rightarrow 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{As}_2\text{S}_5 + 3\text{H}_2\text{S}$
25. $\text{As}_2\text{S}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow 2(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_3$
26. $10\text{K}_3\text{AsO}_3 \rightarrow 6\text{K}_3\text{AsO}_4 + 5\text{K}_2\text{O} + \text{As}_4$
27. $\text{As}_2\text{S}_5 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow 2(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_4$
28. $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
29. $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{Na}_2\text{O} + 2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_2 + 2\text{Na}_3\text{AsO}_4$
30. $\text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 2\text{S} \rightarrow 2\text{Na}_3\text{AsS}_4$
31. $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{Zn} + 8\text{HCl} \rightarrow \text{AsH}_3 + 4\text{ZnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
32. $\text{K}_3\text{AsO}_3 + 6\text{HCl} + 3\text{KI} \rightarrow \text{AsI}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{KCl}$
33. $3\text{As}_2\text{S}_5 + 5\text{HClO}_3 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{HCl} + 6\text{H}_3\text{AsO}_4$
 $+ 15\text{S}$
34. $\text{Zn}_3\text{As}_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{AsH}_3$
35. $\text{AsH}_3 + 6\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AsAg}_3 + 3\text{AgNO}_3 + 3\text{HNO}_3$
36. $\text{AsAg}_3 + 3\text{AgNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{HNO}_3 + 6\text{Ag}$
37. $\text{As}_4 + 10\text{NaOCl} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 10\text{NaCl} + 4\text{H}_3\text{AsO}_4$
38. $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{AgNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ag}_3\text{AsO}_3 + 6\text{HNO}_3$

39. $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 21\text{HNO}_3 \rightarrow 12\text{H}_2\text{O}$
 $+ (\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4 + 12\text{MoO}_3 + 12\text{NH}_4\text{NO}_3$
40. $(\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4 + 12\text{MoO}_3 + 24\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow 12\text{H}_2\text{O}$
 $+ (\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$
41. $\text{Sb}_2\text{O}_5 + 10\text{HCl} \rightarrow 5\text{H}_2\text{O} + 2\text{SbCl}_5$
42. $\text{SbCl}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HCl} + \text{SbO}_2\text{Cl}$
43. $\text{SbO}_2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{SbO}_4$
44. $2\text{K}_3\text{SbO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{K}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$
45. $\text{K}_4\text{Sb}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$
46. $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KH}_2\text{SbO}_4$
47. $\text{KH}_2\text{SbO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_3\text{SbO}_4$
48. $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 4\text{AgNO}_3 + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NH}_4\text{NO}_3$
 $+ \text{Sb}_2\text{O}_5 + 4\text{Ag}$
49. $2\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{Ba}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
50. $2\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{BaCrO}_4 + 2\text{HCl}$
 $+ 2\text{KCl}$
51. $\text{BaO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$
52. $\text{BiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{BiOCl}$
53. $2\text{BiCl}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HCl} + (\text{BiO})_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 $+ 2\text{KCl}$



70. $\text{Cd}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Cd}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$
71. $\text{Cd}(\text{CN})_2 + 2\text{KCN} \rightarrow \text{K}_2\text{Cd}(\text{CN})_4$
72. $\text{K}_2\text{Cd}(\text{CN})_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{KCN} + \text{CdS} + 2\text{HCN}$
73. $\text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
74. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
75. $\text{CaSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$
76. $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_3 + 2\text{PH}_3$
77. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
78. $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$
79. $3\text{Cl}_2 + 6\text{AgNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{AgCl} + \text{AgClO}_3 + 6\text{HNO}_3$
80. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
81. $3\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 \rightarrow 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$
82. $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl} + \text{O}_2$
83. $2\text{CrCl}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3$
84. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCrO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
85. $\text{CrCl}_3 + 8\text{NaAc} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^- \rightarrow 6\text{NaCl} + 8\text{HAc} + \text{Na}_2\text{CrO}_4$
86. $2\text{CrCl}_3 + 3\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{CrO}_4$

87. $K_2Cr_2O_7 + 2KOH \rightarrow H_2O + K_2CrO_4$
88. $K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4 \rightarrow 7H_2O + K_2SO_4$
 $+ 2Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3$
89. $K_2Cr_2O_7 + 6HI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3$
 $+ 7H_2O + 6I$
90. $K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 7H_2O + 3Cl_2$
91. $2K_2CrO_4 + 7H_2O_2 + 2KOH \rightarrow 8H_2O + 2K_3CrO_6$
92. $K_2Cr_2O_7 + 4NaCl + 6H_2SO_4 \rightarrow 2CrO_2Cl_2 + 4NaHSO_4$
 $+ KHSO_4 + 3H_2O$
93. $Cr_2O_3 + 3KNO_3 + 4KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + 3KNO_2$
 $+ 2H_2O$
94. $4K_3CrO_8 + 2H_2O \rightarrow 4KOH + 4K_2CrO_4 + 7O_2$
95. $K_2Cr_2O_7 + 5H_2O_2 \rightarrow 3H_2O + 2KH_2CrO_7$
96. $4KH_2CrO_7 \rightarrow 2K_2Cr_2O_7 + 4H_2O + 5O_2$
97. $2Cr_2O_3 + 4Na_2CO_3 + 3O_2 \rightarrow 4Na_2CrO_4 + 4CO_2$
98. $4CrO_3 + 6H_2SO_4 \rightarrow 6H_2O + 3O_2 + 2Cr_2(SO_4)_3$
99. $2Ag_2Cr_2O_7 + H_2O \rightarrow Ag_2CrO_4 + H_2Cr_2O_7$
100. $4K_2Cr_2O_7 \rightarrow 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + 3O_2$
101. $2CoCl_2 + 2BaCO_3 + 3H_2O + NaOCl \rightarrow 2BaCl_2$
 $+ NaCl + 2CO_2 + 2Co(OH)_3$

102. $3\text{CoS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + 3\text{S} + 3\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
103. $2\text{K}_4\text{Co}(\text{CN})_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{K}_3\text{Co}(\text{CN})_6 + 2\text{KCl}$
104. $\text{K}_4\text{Co}(\text{CN})_6 + 4\text{HCl} \rightarrow 4\text{HCN} + \text{Co}(\text{CN})_2 + 4\text{KCl}$
105. $2\text{K}_3\text{Co}(\text{CN})_6 + 3\text{CoCl}_2 \rightarrow \text{Co}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]_2 + 6\text{KCl}$
106. $\text{CoCl}_2 + 7\text{KNO}_2 + 2\text{HAc} \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_3\text{Co}(\text{NO}_2) + 2\text{KAc} + 2\text{KCl}$
107. $\text{CoCl}_2 + 4\text{NH}_4\text{CNS} \rightarrow (\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{CNS})_4] + \text{NH}_4\text{Cl}$
108. $\text{Cu}_2\text{Cl}_2 + 2\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2\text{Cl}_2 \cdot 2\text{CO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
109. $3\text{Cu}_2\text{S} + 16\text{HNO}_3 \rightarrow 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{S} + 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NO}$
110. $2\text{CuCl}_2 + 4\text{KI} \rightarrow \text{Cu}_2\text{I}_2 + 4\text{KCl} + \text{I}_2$
111. $\text{Cu}_2(\text{CN})_2 + 6\text{KCN} \rightarrow \text{K}_6\text{Cu}_2(\text{CN})_8$
112. $\text{CuSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$
113. $2\text{Cu} + 6\text{HBr} \rightarrow \text{H}_4[\text{Cu}_2\text{Br}_6] + \text{H}_2$
114. $\text{H}_4[\text{Cu}_2\text{Br}_6] \rightarrow \text{Cu}_2\text{Br}_2 + 4\text{HBr}$
115. $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{NH}_3 \rightarrow 2([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$
116. $2\text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 + \text{K}_2\text{SO}_4$
117. $(\text{CN})_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{KCN} + \text{H}_2\text{O} + \text{KCNO}$
118. $\text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{F}_2 + \text{SiF}_4$

119. $\text{SiF}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2\text{F}_2$
120. $\text{SiF}_4 + \text{H}_2\text{F}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6$
121. $3\text{SiF}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2\text{SiF}_6$
122. $2\text{Au} + 2\text{HNO}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{AuCl}_3 + 2\text{NO}$
123. $4\text{Au} + 8\text{NaCN} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NaAu}(\text{CN})_2$
 $+ 4\text{NaOH}$
124. $\text{AuCl}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{HAuCl}_4$
125. $\text{AuCl}_3 + 3\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Au}(\text{NH})\text{Cl}$
126. $\text{AuCl}_3 + 5\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Au}(\text{NH})\text{NH}_2$
127. $2\text{AuCl}_3 + \text{AsH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{HCl} + 2\text{Au}$
128. $2\text{AuCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{KOH} \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 + 2\text{Au}$
 $+ 6\text{KCl}$
129. $8\text{AuCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S} + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 24\text{HCl} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{Au}$
130. $6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{KHSO}_4 + \text{S} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{I}_2$
131. $8\text{KI} + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 8\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{I}_2$
132. $4\text{HI} + \text{Hg} \rightarrow (\text{HgI}_4)\text{H}_2 + \text{H}_2$
133. $2\text{HI} + 2\text{HNO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
134. $3\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{HIO}_3 + 10\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
135. $\text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2 \rightarrow 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$
136. $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

137. $I_2 + HCN \rightarrow CNI + HI$
138. $3I_2 + 5KClO_3 + 3H_2O \rightarrow 5KIO_3 + HIO_3 + 5HCl$
139. $Fe_3O_4 + 8HCl \rightarrow 4H_2O + 2FeCl_3 + FeCl_2$
140. $4FeCO_3 + 6H_2O + O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4Fe(OH)_3$
141. $3Fe(CN)_2 \rightarrow Fe_3C + C + 2(CN)_2 + N_2$
142. $FeCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow FeH_2(CO_3)_2$
143. $4FeH_2(CO_3)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 8CO_2 + 4Fe(OH)_3$
144. $K_4Fe(CN)_6 + 2FeSO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + Fe_2Fe(CN)_6$
145. $6Fe_2[Fe(CN)_6] + 6H_2O + 3O_2 \rightarrow 2Fe_4[Fe(CN)_6]_3$
 $+ 4Fe(OH)_3$
146. $2K_3Fe(CN)_6 + 3FeCl_2 \rightarrow 6KCl + Fe_3[Fe(CN)_6]_2$
147. $Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 8KOH \rightarrow 2K_4[Fe(CN)_6]$
 $+ 2Fe(OH)_3 + Fe(OH)_2$
148. $Fe(CNS)_3 + 3KCNS \rightarrow K_3Fe(CNS)_6$
149. $3K_4Fe(CN)_6 + 4FeCl_3 \rightarrow Fe_4[Fe_4(CN)_6]_3 + 12KCl$
150. $FeAc_3 + 2H_2O \rightarrow 2HAc + Fe(OH)_2Ac$
151. $K_4Fe(CN)_6 + K_2CO_3 \rightarrow 5KCN + KCNO$
 $+ CO_2 + Fe$
152. $K_4Fe(CN)_6 + 6H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow 2K_2SO_4 + FeSO_4$
 $+ 3(NH_4)_2SO_4 + 6CO$

153. $2\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{KHSO}_4$
 $+ \text{K}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 6\text{HCN}$
154. $2\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 + 12\text{H}_2\text{O} + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 $+ \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + 6(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 12\text{CO}$
155. $2\text{FeCl}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{FeCl}_2 + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
156. $\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaAc} \rightarrow 3\text{NaCl} + \text{HAc}$
 $+ \text{FePO}_4$
157. $\text{Pb} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Pb}(\text{HSO}_4)_2 + \text{SO}_2$
158. $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{PbO}_3$
159. $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2$
160. $2\text{PbAc}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HAc} + 2\text{PbCrO}_4$
 2KAc
161. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{KNO}_3$
162. $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
163. $2\text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{Pb}_2\text{Cl}_2\text{S}$
164. $3\text{PbS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + 3\text{S}$
165. $2\text{PbC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Pb}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 + \text{CO}$
166. $4\text{MgCl}_2 + 4(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}_4(\text{CO}_3)_3(\text{OH})_2$
 $+ \text{CO}_2 + 8\text{NH}_4\text{Cl}$
167. $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 + 3\text{NaCl}$

168. $Mg_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$
169. $2MgNH_4AsO_4 \rightarrow H_2O + 2NH_3 + Mg_2As_2O_7$
170. $2MnO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2H_2O + 2MnSO_4 + O_2$
171. $Mn_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow 2Mn(NO_3)_2 + H_4MnO_4$
172. $H_4MnO_4 \rightarrow H_2O + H_2MnO_3$
173. $Mn(OH)_2 + 2NaOH + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + H_2O$
 $+ H_2MnO_3$
174. $Mn(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow H_2O + H_2MnO_3$
175. $2Mn(OH)_2 + O_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2H_2O$
 $+ CaH_2(MnO_3)_2$
176. $CaH_2(MnO_3)_2 + 10HCl \rightarrow 6H_2O + 2MnCl_2 + CaCl_2$
 $+ 2Cl_2$
177. $2MnCO_3 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2MnO_3$
178. $MnCl_2 + NH_4Cl + Na_3PO_4 + 7H_2O \rightarrow$
 $Mn(NH_4)PO_4 \cdot 7H_2O + 3NaCl$
179. $2HMnO_4 + 14HCl \rightarrow 8H_2O + 2MnCl_2 + 5Cl_2$
180. $2MnCl_2 + 5NaBiO_2 + 16HCl \rightarrow 5NaCl + 5BiCl_3$
 $+ 7H_2O + 2HMnO_4$
181. $Mn(NO_3)_2 + 2KClO_3 \rightarrow MnO_2 + 2KNO_3 + 2ClO_2$
182. $2MnO_2 + 2Na_2CO_3 + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2Na_2MnO_4$

183. $\text{MnSO}_4 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $+ \text{Na}_2\text{MnO}_4$
184. $6\text{MnO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Mn}_3\text{O}_4$
185. $3\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$
186. $6\text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$
187. $2\text{H}_2\text{MnO}_4 \rightarrow 2\text{HMnO}_4 + \text{H}_2\text{MnO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
188. $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{MnO}_3$
 $+ 2\text{KMnO}_4$
189. $2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{KI} \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 $+ 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2$
190. $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 10\text{HI} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4$
 $+ 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{I}_2$
191. $8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{PH}_3 \rightarrow 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4$
 $+ 12\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_3\text{PO}_4$
192. $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4$
 $+ 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2$
193. $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + 3\text{MnSO}_4$
 $+ 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$
194. $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + 5\text{MnO}_2$
 $+ \text{H}_2\text{SO}_4$

195. $4\text{KMnO}_4 + 4\text{KOH} \rightarrow 4\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
196. $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
197. $2\text{MnSO}_4 + 5\text{PbO}_2 + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
 $+ 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{HMnO}_4$
198. $\text{HgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}$
199. $\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{Hg}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$
200. $2\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{NH}_4\text{NO}_3$
 $+ \text{O} \left\langle \begin{array}{c} \text{Hg} \\ \text{Hg} \end{array} \right\rangle \text{NH}_2 \cdot \text{NO}_3$
201. $4\text{HgCl}_2 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 8\text{NaCl} + 3\text{CO}_2 + \text{Hg}_4\text{O}_3 \cdot \text{CO}_3$
202. $4\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 8\text{NaHCO}_3 \rightarrow 8\text{NaNO}_3 + 7\text{CO}_2$
 $+ \text{Hg}_4\text{O}_3\text{CO}_3$
203. $3\text{HgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 4\text{HCl} + \text{Hg}_3\text{Cl}_2\text{S}_2$
204. $\text{Hg}(\text{CN})_2 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{Hg}(\text{HSO}_4)_2$
 $+ \text{CO} + \text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$
205. $\text{Hg}_3\text{Cl}_2\text{S}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{HCl} + 3\text{HgS}$
206. $9\text{HgS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NO} + 3\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
 $+ 3\text{Hg}_3\text{S}_2(\text{NO}_3)_2$
207. $3\text{HgS} + 6\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{HgCl}_2 + 3\text{S} + 2\text{NO}$
 $+ 4\text{H}_2\text{O}$
208. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KCN} \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{Hg}(\text{CN})_2$

209. $2\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{NH}_4\text{NO}_3$
 $+ \text{O} \left\langle \begin{array}{c} \text{Hg} \\ \text{Hg} \end{array} \right\rangle \text{NH}_2\text{NO}_3 + 2\text{Hg}$
210. $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl} + \text{Hg}$
211. $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KCN} \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{Hg}(\text{CN})_2 + \text{Hg}$
212. $12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 21\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 + 21\text{NH}_4\text{NO}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$
213. $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 + 24\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
 $+ 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
214. $\text{NiCl}_2 + 6\text{NH}_3 \rightarrow \text{Ni}(\text{NH}_3)_6 \cdot \text{Cl}_2$
215. $\text{NiCl}_2 + 2\text{KCN} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Ni}(\text{CN})_2$
216. $\text{Ni}(\text{CN})_2 + 2\text{KCN} \rightarrow \text{K}_2\text{Ni}(\text{CN})_2$
217. $2\text{NiSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NiSO}_4 \cdot (\text{OH})_2$
218. $2\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4] + 6\text{NaOH} + 9\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Ni}(\text{OH})_3$
 $+ 8\text{CNCl} + 10\text{NaCl}$
219. $3\text{NiS} + 6\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{NiCl}_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
220. $\text{P}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{PH}_3$
221. $\text{H}_3\text{PO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{AgNO}_3 \rightarrow 4\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{Ag}$
222. $\text{PH}_3 + 3\text{AgNO}_3 \rightarrow 3\text{HNO}_3 + \text{Ag}_3\text{P}$
223. $\text{NaPO}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{NaCuPO}_4$
224. $\text{NaCuPO}_4 + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{Cu} + \text{NaPO}_3$

225. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 8\text{Mg} \rightarrow 8\text{MgO} + \text{Ca}_3\text{P}_2$
226. $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4$
227. $8\text{Na}_2\text{HPO}_3 \rightarrow 4\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{PH}_3$
228. $\text{K}_2\text{HPO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2$
229. $2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
230. $\text{PtCl}_4 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{PtCl}_6$
231. $\text{H}_2\text{PtCl}_6 + 2\text{KCl} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{K}_2\text{PtCl}_6$
232. $\text{K}_2\text{PtCl}_6 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Pt} + 2\text{Cl}_2$
233. $\text{H}_2\text{PtCl}_6 + 6\text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{Fe}^{+2}\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2$
 $+ 6\text{NaCl} + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Pt}$
234. $\text{H}_2\text{PtCl}_6 + 2\text{HCO}_2\text{H} \rightarrow 6\text{HCl} + 2\text{CO}_2 + \text{Pt}$
235. $\text{H}_2\text{PtCl}_6 + 3\text{Zn} \rightarrow 3\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 + \text{Pt}$
236. $(\text{PtCl}_6)(\text{NO})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2(\text{PtCl}_6)$
237. $\text{KCl} + \text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \rightarrow \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{HCl}$
238. $\text{Na}_3[\text{Bi}(\text{S}_2\text{O}_3)_3] + 3\text{KCl} \rightarrow \text{K}_3[\text{Bi}(\text{S}_2\text{O}_3)_3] + 3\text{NaCl}$
239. $2\text{KCl} + \text{Na}_3[\text{CO}(\text{NO}_2)_6] \rightarrow \text{K}_2\text{Na}[\text{CO}(\text{NO}_2)_6]$
 $+ 2\text{NaCl}$
240. $\text{K}_2\text{SiF}_6 \rightarrow 2\text{KF} + \text{SiF}_4$
241. $\text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_3 + 6\text{FeSO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
 $+ 3\text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$

242. $\text{SiF}_4 + \text{SiO}_2 \rightarrow 2\text{SiOF}_2$
243. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$
244. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \{\text{Zn}(\text{NH}_3)_6\}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NaOH} + 6\text{NH}_3$
 $+ \text{ZnSiO}_3$
245. $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SiCl}_2 + \text{SiH}_4$
246. $\text{SiC} + 4\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + 4\text{H}_2$
247. $3\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{SiC} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{K}_2\text{O} + 4\text{CO}$
248. $\text{SiCu}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{Cu} + 2\text{H}_2$
249. $\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}\text{OH}$
250. $3\text{AgNO}_3 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Ag}_3\text{PO}_4$
 $+ 3\text{NaNO}_3$
251. $\text{Ag}_3\text{PO}_4 + 6\text{NH}_3 \rightarrow 3\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}\text{PO}_4$
252. $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}\text{Cl}$
253. $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgCl}$
254. $4\text{Ag} + 2\text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{NaOH} + 2\text{Ag}_2\text{S}$
255. $\text{AgCl} + 2\text{KCN} \rightarrow \text{KAg}(\text{CN})_2 + \text{KCl}$
256. $\text{KAg}(\text{CN})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HCN} + \text{AgCN} + \text{KCl}$
257. $2\text{AgCl} + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_4\{\text{Ag}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_3\} + 2\text{NaCl}$
258. $4\text{AgCl} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 4\text{NaCl} + 2\text{CO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{Ag}$
259. $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{NaNO}_3$

260. $\text{Na}_4[\text{Ag}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_3] + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
 $+ \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_2 + 2\text{NaNO}_3$
261. $2\text{NaCl} + \text{KH}_2\text{SbO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{SbO}_4 + 2\text{KCl}$
262. $14\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 \rightarrow 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
 $+ 6\text{Na}_2\text{O}$
263. $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
264. $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{SrCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + \text{N}_2$
265. $2\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow 2\text{SrCl}_2 + 5\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
266. $4\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}$
267. $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{NO}_2 \rightarrow 2\text{H}(\text{NO})\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
268. $2\text{H}(\text{NO})\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{NO}_2$
269. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_5$
270. $2\text{BaS}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$
271. $4(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 7(\text{NH}_4)\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
 $+ \text{HNO}_3$
272. $4\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_6$
273. $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{KOH}$
 $+ 3\text{S} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3$
274. $8\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 34\text{HCl} \rightarrow 8\text{Cr}(\text{OH})_3$
 $+ 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 17\text{H}_2\text{O}$

275. $2\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{ZnCl}_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$
 $+ 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{S}$
276. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
277. $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
278. $3\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2\text{SnO}_3 + 4\text{NO}$
279. $4\text{Sn} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 4\text{Sn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
280. $3\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 + 12\text{HCl} \rightarrow 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{SnCl}_4$
281. $4\text{SnCl}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl} + 2\text{Cl}_2$
282. $\text{SnS} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3$
283. $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{SnS}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
284. $6\text{SnCl}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SnS}_2 + 5\text{H}_2\text{SnO}_3$
 $+ 2\text{S} + 8\text{HCl} + 4\text{NaCl}$
285. $3\text{SnCl}_2 + 8\text{FeCl}_3 + 6\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow 3\text{SnCl}_4$
 $+ 2\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 18\text{KCl}$
286. $\text{SnCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HCl} + \text{Sn}(\text{OH})_4$
287. $\text{Sn}(\text{OH})_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$
288. $\text{SnCl}_4 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{KCl} + 2\text{CO}_2 + \text{Sn}(\text{OH})_4$
289. $\text{SnCl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Sn}(\text{OH})_2$
290. $\text{Sn}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
291. $\text{SnO}_2 + 2\text{KCN} \rightarrow 2\text{KCNO} + \text{Sn}$

-
292. $\text{SnCl}_2 + 2\text{HgCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
293. $\text{SnCl}_2 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4 + 2\text{Hg}$
294. $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
295. $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 6\text{NH}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NH}_3)_6(\text{OH})_2$
296. $\text{ZnCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4$
 $+ \text{ZnNH}_4\text{PO}_4 + 3\text{NaCl}$
297. $\text{Zn}(\text{CN})_2 + 2\text{KCN} \rightarrow \text{K}_2\text{Zn}(\text{CN})_4$
298. $\text{K}_2\text{Zn}(\text{CN})_4 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Zn}(\text{CN})_2 + 2\text{HCN}$
 $+ 2\text{KCl}$
299. $2\text{ZnCl}_2 + \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
300. $3\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow 2\text{K}_2\text{Zn}_8[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$

附 表 1.

原 子 量

(本書習題內應用)

鋁 (Al)	27	鉛 (Pb).....	207
砷 (As)	75	鎂 (Mg).....	24
鎊 (Ba)	137	錳 (Mn).....	55
溴 (Br).....	80	汞 (Hg)	201
鈣 (Ca).....	40	氮 (N)	14
碳 (C)	12	氧 (O).....	16
氯 (Cl)	35.5	磷 (P).....	31
鉻 (Cr).....	52	鉀 (K)	39
銅 (Cu).....	63.5	銀 (Ag)	108
氟 (F)	19	鈉 (Na).....	23
氫 (H).....	1	硫 (S).....	32
碘 (I)	127	鋅 (Zn).....	65
鐵 (Fe).....	56		

附 表 2.

水 蒸 氣 壓 力

(水銀柱毫米數)

溫 度	壓 力	溫 度	壓 力	溫 度	壓 力
0°C	4.6mm	11°C	9.8mm	22°C	19.8mm
1°	4.9	12°	10.5	23°	21.0
2°	5.3	13°	11.2	24°	22.3
3°	5.7	14°	12.0	25°	23.7
4°	6.1	15°	12.8	26°	25.1
5°	6.5	16°	13.6	27°	26.7
6°	7.0	17°	14.5	28°	28.3
7°	7.5	18°	15.5	29°	29.9
8°	8.0	19°	16.5	30°	31.7
9°	8.6	20°	17.5	50°	92.3
10°	9.2	21°	18.6	100°	760.0

附 表 3.

化學藥品價目 (a)

(1937年英市報價)

精製硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	每 磅	1 先令
粗製硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	每 噸	7 鎊 5 先令
碳化鈣 (CaC_2)	每 磅	9 辨士
硫酸鈣 (CaSO_4)	每 磅	3 辨士
結晶硫酸銅 $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$	每 噸	2 辨士
鎂 (Mg)	每 噸	11 辨士
氧化汞 (HgO)	每 噸	10 辨士
氧 (O_2)	每立呎	4 辨士
碳酸鉀 (K_2CO_3)	每百克	5 辨士
氯酸鉀 (KClO_3)	每 噸	2 辨士
硝酸鈉 (NaNO_3)	每 噸	8 鎊
硫 (S)	每 噸	8 鎊

化學藥品價目 (b)

精製硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	每 磅	1000 元
粗製硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	每 磅	600 元
碳化鈣 (CaC_2)	每 磅	1200 元
硫酸鈣 (CaSO_4)	每 磅	400 元
結晶硫酸銅 $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$	每 噸	80 元
鎂 (Mg)	每 噸	950 元
氧化汞 (HgO)	每 噸	900 元
氧氣 (O_2)	每立呎	1200 元
碳酸鉀 (K_2CO_3)	每百克	650 元
氯酸鉀 (KClO_3)	每 噸	450 元
硝酸鈉 (NaNO_3)	每 磅	1500 元
硫 (S)	每 磅	500 元

附 表 4.

重要合金的組成

名	稱	組	成
鋁	黃銅	Aluminum brass	Cu 68-70, Zn 27-31, Al 1-3.
鋁	青銅	Aluminum bronzo	Cu 90, Al 10
巴	比	Tabbitt metal	Sn 70-90, Sb 7-2 ¹ , Cu 2-22
鐘	銅	Bell metal	Cu 75-80, Sn 20-25
不	列	Britannia	Sn 90-95, Sb 5-10, Cu 1-3
黃	銅	Brass	Cu 65-75, Zn 25-35
硬	鋁	Duralumin	Al 99.5, Cu 3, Mn 1, Mg 0.5
鋼	鋼	Invar	Fe 64, Ni 36
鎂	鋁	Magnalium	Al 99.5, Cu 3, Mn 1, Mg 0.5
錳	青	Manganese bronzo	Cu 50, Zn 41, Sn 0.5, Fe 1, Mn 0.5 Al 1
蒙	銅	Monel metal	Ni 72, Cu 20.5, Fe 1.5
鎳	鉻	Nichrome	Ni 60, Cr 40
鉛	藥	Powtor	Sn 85-90, Sb 10-15
錫	錫	Soldor medium	Pb 50, Sn 50
活	字	Type metal	Pb 60-85, Sb 8-20, Sn 5-35
武	德	Wood's metal	Bi 38, Pb 31, Sn 15, Cd 16

附 表 5.

元素的比重與熔點

	元 素	比 重	熔 點	
金	K	0.87	62.3°	
	Na	0.971	97.5°	
	Ca	1.54	810°	
	Mg	1.74	651°	
	Al	2.7	658.7°	
	Sb	6.68	630.5°	
	Zn	7.14	419.4°	
	Sn	7.3	232°	
	Fe	7.85	1533°	
	Cu	8.93	1083°	
屬	Bi	9.78	271°	
	Ag	10.5	960.5°	
	Pb	11.34	327°	
	Hg	13.56	-38.87°	
	Au	19.3	1063°	
	Pt	21.45	1755°	
	非 金 屬	As(結晶形)	5.73	昇 華
		Br ₂ (液體)	3.4	-7.8°
C(金剛石)		3.51	—	
C(石墨)		2.25	—	
I(固體)		4.94	113.5°	
P(白)		1.83	44.2°	
S(單斜晶系)		1.96	110°	
S(斜方晶系)		2.07	112.8°	

附表 6.

英美制與萬國制度量衡單位

容 量	立方呎 Cu. ft.	加侖 gal. (美)	立升(升) L.	立厘米 c. c.
	1	7.481	28.32	0.028318
	0.1337	0.1	3.785	3.785×10^{-3}
	0.03531	0.2642	1	10×10^{-3}
面 積	方呎 sq. ft.	方吋 sq. in.	方米 sq. m.	方厘米 sq. cm.
	1	144	0.0929	929
	0.000944	1	0.000645	6.452
	10.76	1550	1	10,000
長 度	呎 ft.	吋 in.	米 m.	厘米 cm.
	1	12	0.3048	30.48
	0.08333	1	9.0254	2.54
	3.28083	39.37	1	100
重 量	鈞 sq.	兩 oz.	磅 lb.	噸 t. (大)
	1	35.27	2.205	9.852×10^{-4}
	0.02835	1	0.0625	2.790×10^{-5}
	0.4536	16	1	4.404×10^{-4}
	1016.	35840	2240	1

化學計算與化學方程式

版權所有·翻印必究

每册定價國幣



中華民國三十五年九月初版

中華民國三十六年九月再版

編著者 王 葭 齡 吳 滄

出版者 新 中 國 出 版 社
上海中正北二路四一弄四四號

代表人 祝 福 堂

總經售處 新 甞 書 店
上海中正北二路八七號

¥4500