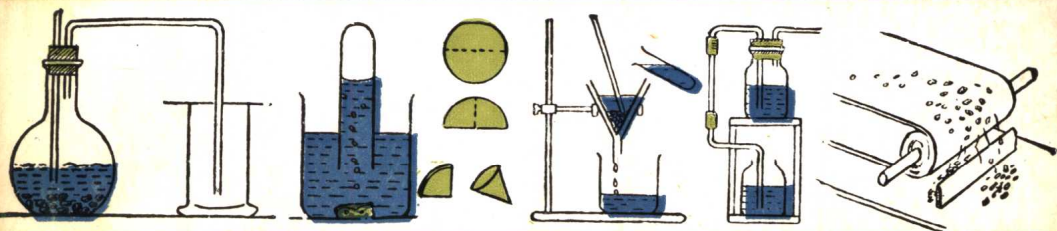


遵照香港教育司署五年制中文中學課程綱要編撰



# 新編中學化學

第三冊

編著者 張啓演 張雄謀 張維堃

校訂者 馬 臨

库存书

香港宏豐圖書公司出版

遵照香港教育司署五年制中文中學課程綱要編撰

# 新編中學化學

## 第三冊

編著者 張啓演 張雄謀 張維垸

校訂者 馬 臨

香港宏豐圖書公司出版



版權所有 \* 翻印必究

# 新 編 中 學 化 學

## 第 三 冊

編 著 者 張啓滇 張雄謀 張維琬

校 訂 者 馬 臨

出 版 者 香 港 宏 豐 圖 書 公 司  
**Hung Fung Book Company**  
香 港 北 角 七 姊 妹 道 十 八 號 地 下  
18, Tsat Tse Mui Rd., G/F  
Hong Kong  
Tel. 5-632397 5-629836

總 經 售 世 界 書 局  
**The World Book Store**  
香 港 德 輔 道 中 一 四 四 號  
144 Des Voeux Rd., C., H.K.  
Tel. 5-454151  
九 龍 旺 角 亞 皆 老 街 一 〇 五 號  
105, Argyle Street, Kowloon  
Tel. 3-941025

承 印 者 金 強 印 務 公 司  
香 港 士 丹 頓 街 八 十 號  
電 話：五・二二四五六七

出 版 日 期 一 九 六 二 年 七 月 初 版



## 編輯大意

1. 本書遵照香港教育司署頒佈五年制中學新課程標準及根據編者教學經驗編輯而成。全書分訂五冊，專供中學五年制各級教學之用。
2. 本書敘述以歸納法為主。必要時兼用演繹法。盡可能先以示範實驗說明事實，得到結論，再歸納成定律。
3. 本書將化學之基本原理，事實及應用，作有系統之說明。文字力求淺顯，說理務求詳盡，使學者得明確之觀念及理解。
4. 為顧及教學時間不足，高深理論及一部分定量方面教材均盡量精簡。重要工業製造只及基本原理及反應，並不深入研究。
5. 第一冊及第二冊一部分教材，對中一二學生或稍嫌深奧，唯限於課程標準及會考範圍，不得不編入，此等教材有「※」符號，請教師自行取捨，或只供學生參攷用。又一部分教材（如氣體通性及電化學等）與物理教本觀念略有不同，如嫌重複，教師可斟酌情形刪去或簡略講授。
6. 本書所述實驗，係普通學校設備可能做到。根據實驗繁簡與重要性以及學生實驗技能等，教師自行決定選擇：  
(i) 由教師演示；(ii) 由學生自己進行；(iii) 兩法同時並進。務使講解與實驗配合。

7. 實驗程序敘述較簡單者，儘可能以圖表示，看圖便可會意，以省篇幅。
8. 爲幫助學生將學得之教材消化及鞏固，每章後附有習題。內容分三部：甲部多用填充方式，供課堂提問用，目的在啓發學生思考，及時指正錯誤；乙部問答，丙部計算題。教師在不影響教學進度原則下，指導學生在課內或課外進行。
9. 本書所用名詞，係採用最通行者，並各附原文，以資參證。
10. 本書蒙教育司中英文中學會考委員會及香港大學考試委員會准將歷屆試題引用，謹此致謝。
11. 本書屬稿匆促，掛漏之處，在所難免，尙希海內名達，不吝教正。

一九六二年四月編者謹識

## 1976年會考新增課程 全部編入第五冊下篇

## 新編中學化學第三冊目錄

### 第十三章 化學基本定律及原子學說

13.1	物質不滅定律 .....	247
13.2	定比定律 .....	249
13.3	倍比定律 .....	252
13.4	道爾頓原子說 .....	254
	本章提要 .....	257
	習題 .....	257

### 第十四章 原子量、當量、原子價

14.1	原子量的意義 .....	261
14.2	當量、原子價與原子量的關係 .....	262
14.3	原子量的標準 .....	264
14.4	杜龍及柏蒂定律 .....	266
14.5	精確原子量的求法 .....	267
	本章提要 .....	271
	習題 .....	271

### 第十五章 元素符號、化學式

15.1	元素符號 .....	275
15.2	原子與分子 .....	277
15.3	化學式 .....	278
15.4	已知百分組成及原子量 求化合物最簡式(或實驗式) .....	279

15.5	由原子價求化合物最簡式	283
15.6	根價及原子價表	286
	本章提要	289
	習題	289

## 第十六章 化學方程式及重量計算

16.1	化學方程式的意義	297
16.2	化學方程式的作法	299
16.3	化學方程式所能表示及不能表示的事實	301
16.4	由化學方程式計算各元素在式內的重量百份組成	302
16.5	由化學方程式計算原料及產品重量相互關係	303
	本章提要	306
	習題	306

## 第十七章 普通鹼類及碳酸鈉

17.1	氫氧化鈉的製法	310
17.2	氫氧化鈉的性質及用途	312
17.3	氫氧化鉀	313
17.4	肥皂的製法	314
17.5	肥皂的除垢作用	315
17.6	碳酸氫鈉	316
17.7	碳酸鈉的製法	317
17.8	碳酸鈉的性質及用途	319
17.9	碳酸鈉與碳酸氫鈉的鑑別	320
	本章提要	322
	習題	323

## 第十八章 氯及其化合物

18.1	氯氣的製法 .....	328
18.2	氯氣的性質及用途 .....	331
18.3	氯化氫的實驗室製法及性質 .....	337
18.4	合成鹽酸 .....	339
18.5	鹽酸的性質及用途 .....	340
18.6	氯化物的通性及檢定法 .....	341
18.7	食鹽的生產、採取、精製、性質及用途 .....	344
18.8	氯的含氧酸及其鹽類 .....	345
18.9	漂白粉 .....	347
	本章提要 .....	348
	習題 .....	350

## 第十九章 鹵 素 (本章不是課程範圍)

19.1	溴的製法、性質及用途 .....	355
19.2	溴化氫及溴化物 .....	358
19.3	碘的製法，性質及用途 .....	359
19.4	碘化氫及碘化物 .....	364
19.5	氯化物，溴化物，碘化物檢驗之比較 .....	365
19.6	鹵素之通性 .....	367
	本章提要 .....	369
	習題 .....	370
	習題答案 .....	373



## 第十三章 化學基本定律及原子學說

第一節 物質不滅定律

第二節 定比定律

第三節 倍比定律

第四節 道爾頓原子說

### 13.1 物質不滅定律

我們可以用下面兩個實驗來說明這定律：

#### 【實驗】

(1) 氯化鈉與硝酸銀反應 在三角燒瓶裏倒入少許食鹽溶液。另在一試管內，裝半硝酸銀溶液。以線縛住試管口，小心將試管斜立於燒瓶中。

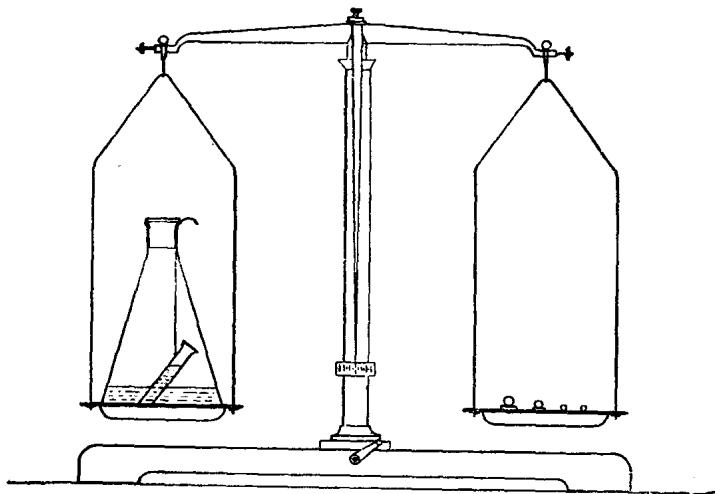
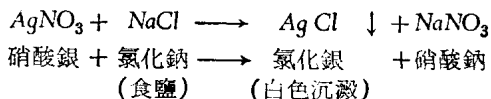


圖 67 物質不滅定律實驗(一)

將塞子蓋好燒瓶，放在天平盤上，以砝碼平衡天平，如圖67。然後小心將瓶傾斜，使試管內的溶液流入瓶內，並將其混合，生成一種白色沉澱。這化學反應方程式如下：



再將燒瓶放在天平上，我們將發現質量並未改變。這證明了反應物（硝酸銀和氯化鈉）的總質量和生成物（氯化銀和硝酸鈉）的總質量相等。

(2) 蠟燭在密閉瓶中燃燒 先將蠟燭固定在橡膠塞中玻璃棒的彎端上，再把它放入乾燥三角燒瓶中。蓋緊塞子，將瓶放在天平上，並使之平衡，如圖68。然後拔出塞子，點燃蠟燭。燃燒後，立即將它放回瓶中。仔細蓋緊塞子，放回天秤上。蠟燭燃燒後不久即熄滅，在整個過程中，天平繼續保持平衡。

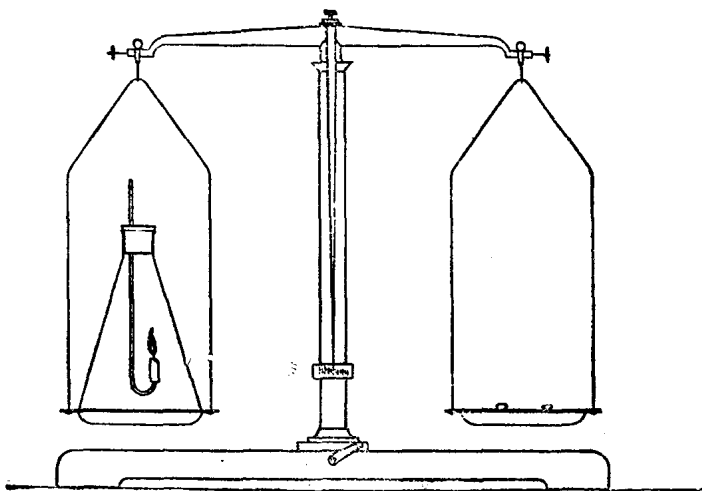


圖 68 物質不滅定律實驗(二)

這實驗證明了，物質燃燒後，並沒有把質量毀滅。反應物（蠟燭和看不見的氧）的總質量，依舊等於生成物（看不見的二氧化碳與水蒸氣）的總質量。

科學家更用了非常精確的儀器和方法，來測定化學變化前後反應物和生成物的質量關係。這些實驗精確到如有一千萬份之一克的重量變化，就可以檢驗得到。他們研究了很多種不同的化學反應，將結果歸納成：

**物質常住定律** 或稱 **質量不減定律** (Law of Conservation of Mass)

化學變化前後的物質總質量(或重量)不變。或者可以說：在一化學反應內，反應物的總質量和生成物的總質量相等。\*

## 13.2 定比定律

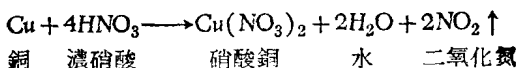
同一種化合物，往往可以用許多種不同的原料，不同的方法來製造。假如有一種純淨的化合物，是由多種不同的方法製成的，而它們的性質完全相同，那末這化合物所含的元素，以及各元素間的重量比率，則應該是完全一樣的。

現在我們先用三種不同的原料，三種不同的方法，來製造黑色氧化銅。然後將它們分析，求出銅在三種氧化銅樣品內的重量百分比。看這百分比是否相同，以解答上面的問題，再進而說明定比定律。

(1) 用銅製取 放數小片銅片於蒸發皿中，小心地加入硝酸，每次少許。旋即有棕色的二氧化氮冒出，（二氧化氮是有毒的，故要在通風櫥中進行實驗。）同時銅片溶解成藍綠色的硝酸銅溶液，留在蒸發皿內。這化學反應可用下面的方程式表示：

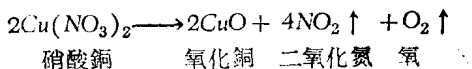
---

\* 近代物理學發現：質量 (mass) 可以轉變為能量 (energy)，能量也可以轉化為質量。不過在普通反應，質量變化甚微，不能測量到，

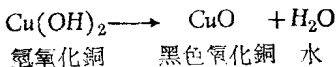
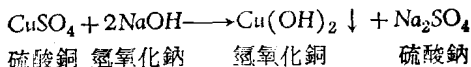


再把皿中溶液蒸乾，復將藍綠色固體硝酸銅加熱，直到不再有棕色的二氧化氮冒出。所剩的黑色固體就是氧化銅。把它放入乾燥器中以備後用。

這反應可用下列方程式表示：

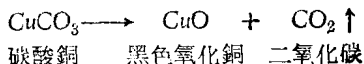


(2) 用硫酸銅製取 把硫酸銅溶液放入燒杯中，再加多量的氫氧化鈉溶液，藍色膠狀的氫氧化銅即沉澱在杯底。把燒杯放在鐵三腳架及石棉網上用木生燈燒熱，這沉澱即變黑色氧化銅。這兩種反應方程式如下：



把黑色固體中的溶液濾去，用熱蒸餾水洗數次。放入蒸發皿中，用慢火蒸乾，以去掉最後水分。將製成樣品貯放在乾燥器內備用。

(3) 用碳酸銅製取 放少量的碳酸銅在乾燥的坩堝內。慢慢加熱，使它分解。這時，顏色由綠變黑，並且有碳酸氣放出（試用石灰水接觸放出之氣體，如果顯現乳白色，即證明為碳酸氣）。繼續在坩堝內加熱烘乾，然後貯放於乾燥器內備用。這反應可表示如下：



分析黑色氧化銅以求銅重量的百分組成。

取三個乾淨的小磁船，分別作上記號，並用天平稱準。每一船內，加

入以不同方法自製的黑色氧化銅一至二克，記錄每次所稱的重量。將磁船放入硬玻璃管中，用如圖 69 中所表示的接連方法。玻璃管斜放，使 C 端比較低。

引煤氣入管中，並在 D 尖端點着。依次將三個磁船逐漸加熱，每船內的黑色氧化銅，都漸漸的變成紅色的銅。氧化銅中的氧，與煤氣中的氫合成水，凝結在較冷的 C 端玻璃管內。因為 C 端較低，水不

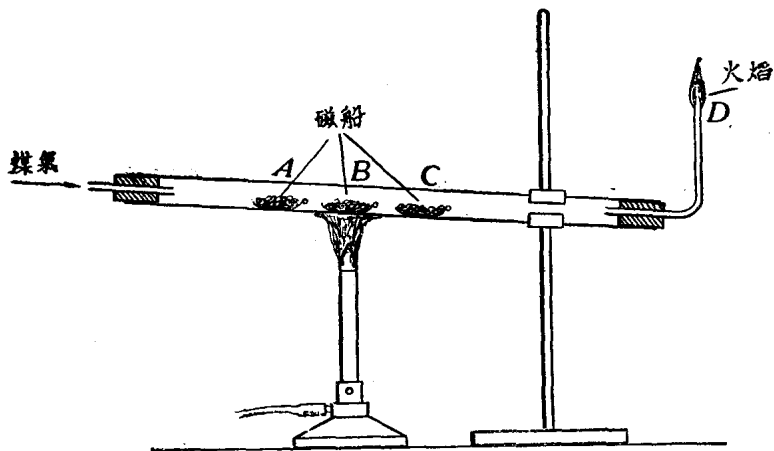
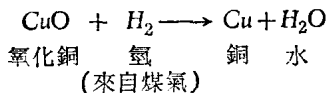


圖 69 用煤氣還原氧化銅

致流到 A 端的熱玻璃管上而令其驟冷破裂。反應完畢後，讓玻璃管冷卻，但同時要繼續通入煤氣，以免空氣進入管內使銅再次氧化。冷卻後取出三個船，再分別秤準之。\* 上述反應可用下列方程式表示：



- \* 如實驗時間許可，應將秤後之三個船，重新放入玻璃管中，繼續通煤氣並加熱十分鐘，冷卻後再秤。如兩次重量不變，表示氧化銅已全部還原成銅，否則反應尚未完全，必須繼續加熱。

下面的數字紀錄，代表上述三種實驗中重量關係的實例：

	氧化銅 A	氧化銅 B	氧化銅 C
船重量 ( $W_1$ )	1.58 克	1.65 克	1.70 克
船重 + 氧化銅重 ( $W_2$ )	2.72 克	2.90 克	3.05 克
船重 + 銅重 ( $W_3$ )	2.48 克	2.65 克	2.79 克
氧化銅重 ( $W_2 - W_1$ )	1.14 克	1.25 克	1.35 克
銅 重 ( $W_3 - W_1$ )	0.90 克	1.00 克	1.09 克
銅在氧化銅中之重量百分比	$\frac{0.90}{1.14} \times 100\%$ =79.0%	$\frac{1.00}{1.25} \times 100\%$ =80.0%	$\frac{1.09}{1.35} \times 100\%$ =80.7%

上面的結果表明，在實驗差誤範圍內，三種氧化銅中所含銅的重量百分比是一樣的。換句話說，不論用何種方法製造，同一種純淨的化合物中，各元素之重量，恒有一定之比率。

許多類似上述實驗的結果，都證明了同樣的事實：凡同一純淨的化合物，皆由同種類元素，依一定重量比率，化合而成。這稱為定比定律 (Law of Definite Proportion) 亦稱定組成定律 (Law of Constant Composition)。

再舉一個例說明：碳酸氣，即二氧化碳( $CO_2$ )，可以由很多種不同的化學反應產生。我們呼吸時，吐出碳酸氣；煤，石油，木材，紙等燃燒時，亦生成碳酸氣。(讀者試再想出幾種產生碳酸氣的方法。)但只要是純淨的碳酸氣，我們從許多分析的結果，均發現它含氧與碳，而且總是 27.3% 碳和 72.7% 氧的同樣重量比率組成。

### 13.3 倍比定律

兩種元素，有時能化合成兩種或更多的不同的化合物。例如，

氧和銅能化合成一種黑色氧化銅，和另一種紅色氧化銅。假如在黑色氧化銅內，每一克銅與  $x$  克氧結合，在紅色氧化銅內，每一克銅與  $y$  克氧結合，那末  $x$  與  $y$  這兩個重量間，可用下列實驗，來求得解答。

### 分析黑色氧化銅與紅色氧化銅。

先秤兩個乾淨的磁船，將兩種乾燥而純淨的氧化銅樣品若干克分別放入，再將兩個船的總重秤過。依照前節所述之實驗，將煤氣通過兩種熾熱的氧化銅，它們都被還原成銅。我們把兩磁船連銅秤過所得結果列表如下：

	黑色氧化銅	紅色氧化銅
船重 ( $W_1$ )	1.65 克	2.09 克
船重 + 氧化銅重 ( $W_2$ )	2.90 克	3.82 克
船重 + 銅重 ( $W_3$ )	2.65 克	3.63 克
銅重 ( $W_3 - W_1$ )	1.00 克	1.54 克
氧重 ( $W_2 - W_3$ )	0.25 克	0.19 克
與一克氧化合之銅重	$\frac{1.00}{0.25} = 4.00$ 克	$\frac{1.54}{0.19} = 8.10$ 克
	約 2 : 1	

上述結果之兩種氧化銅中，與一克氧化合之銅的重量在實驗誤差範圍內互成一與二之比。

科學家分析了許多化合物，都證明了與上述實驗相似的結果，歸納起來叫做倍比定律 (Law of Multiple Proportions)：凡兩種元素可化合成二種或更多的化合物時，若其中一種元素重量不變，則另一元素在各該化合物中的重量成簡單的整數比。

在計算倍比定律時，如果數種化合物，均含有甲乙兩種元素，則必須先計算出與一定量甲元素化合之乙元素，在各種不同的化

合物內的重量，然後才能作一比較，看出它們相互間是否成簡單的整數比。

【例】三種不同的氧化鉛，成份分析如下：

氧化鉛	(A)	(B)	(C)
氧的百分率	7.20	9.39	13.44

試證明倍比定律。

【解】這些數字，並不成整數比，我們必須先計算出與一克氧化合之鉛的重量(或與一克鉛化合之氧的重量)：

氧化鉛	(A)	(B)	(C)
氧%	7.20	9.39	13.44
鉛% = 100% - 氧%	92.80	90.61	86.56
與一克氧化合之鉛的重量	$\frac{92.80}{7.20} = 12.9$	$\frac{90.61}{9.39} = 9.66$	$\frac{86.56}{13.44} = 6.44$
鉛重量的互相比例	4	3	2

然後才能看出三種氧化鉛中，鉛的重量相互比例是整數。以後我們會學到這三種氧化鉛的化學式是： $PbO$ ， $Pb_3O_4$  及  $PbO_2$ 。(參考第十五章習題第 22 條)

### 13.4 道爾頓原子說 (Dalton's Atomic Theory)

我們在前章講過，化合物是由兩種或兩種以上的元素所構成的。但元素又是怎樣構成的呢？這個問題經過古代希臘，羅馬，阿拉伯許多思想家的思索研究，還未能得到結論。那時的思想家已經認定元素是由不可能再分開的極微細的質點所組成。他們說把一塊金子拿來切之再切，直到小得不能再切時，那就是金的最後質點。希臘人稱它為原子 (Atom)，意思是不能再分的物件。直到



1808年英國人道爾頓 (John Dalton) 創立原子說，對於原子始有具體的觀念。他的學說和古代的學者不同，是因為他有了具體的假設，而且可用以解釋實驗的結果。他的原子說假設有下列四點：

- (1) 物質是由無數極小、不能再分的質點，即原子所構成。
- (2) 原子不能被毀滅亦不能被創造。
- (3) 同一元素原子的一切性質，質量，大小是完全相同的，與其他元素的原子則截然不同。
- (4) 原子以簡單整數的比例互相結合為化合物。

原子說是一切化學學說中最重要的一個，對近代化學發展有重大影響。現在我們分段討論，並以原子說來解釋本章所述的化學基本定律。

**1. 原子是一切物質的基本質點** 在道爾頓時代，原子還僅是一種想像中的單位。但最近五十年來科學的迅速進步，已有足夠的實驗證明原子的存在。它是一切物質的基本質點，並是一切化學反應中的基本單位。原子非常微小，一萬萬個原子連在一起，祇有約一吋長。假如將一枚雞蛋大小的石頭，放大到地球那麼大，石頭中的每個原子也不過如一個網球似的體積。

**2. 原子不能被創造也不會毀滅** 在化學反應中，各原子不過重新排列而已，其數目並無增減，其質量也並無變化。前節所述硝酸銀與食鹽(氯化鈉)起化學反應，譬如有一萬億的銀原子在硝酸銀中參加反應，生成的氯化銀中，仍含有一萬億的銀原子，不多亦不少；每個銀原子的質量，也依舊如故。因此反應物與生成物的總重量相等。這說明了物質不滅定律。

**3. 同一元素原子的一切性質相同，但與其他元素的原子則不同** 不同元素的原子彼此性質不同，是容易理解的。我們現在用前節定比定律中氧化銅的分析，來說明所有銅原子的重量相等，代表同