

平衡方程式

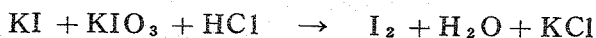
不用氧化數的化學方程式平衡法

董有蘭

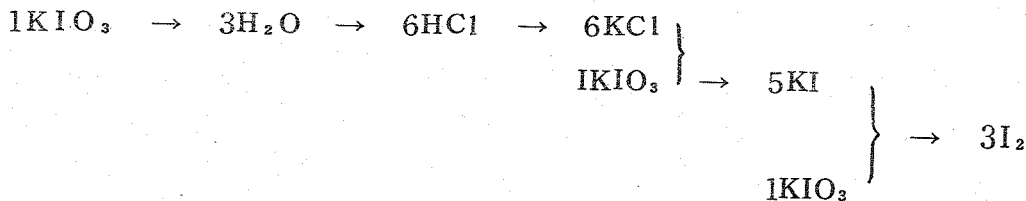
國立臺灣師範大學化學系

國中課本未講氧化數，如何教學生平衡化學方程式是教師常遇到的問題，平衡方程式有很多方法是不用氧化數的。將它們分別說明：

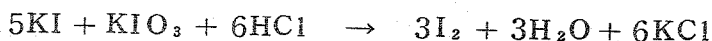
1. 觀察法：是最簡單的方法。但觀察要有依據才不至亂了方寸。先按某一或二元素的平衡，再推及其他元素，終於求得整個方程式的平衡，例如



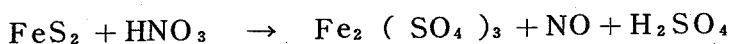
先求氧原子平衡，故將 KIO_3 及 H_2O 之係數分別定為1及3，接着平衡氫與氯，將6放在 HCl 及 KCl 。至於 KI 的係數，還需將 KIO_3 併在一起算，因兩者均有K。最後，基於 KIO_3 及 KI 的係數，求出 I_2 的係數，如此反應中所有物質均達到平衡。表示如下：



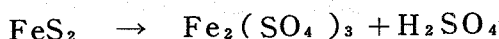
故平衡方程式為：



2. 半反應法：將一反應分成兩個半反應。將反應中氧以外的某種元素或數種元素，列為一個半反應，餘下的構成另一個半反應。例如：



產物 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 可視為來自 FeS_2 而不必考慮氧。但硫又產生了 H_2SO_4 ，所以將三者歸為一個半反應。



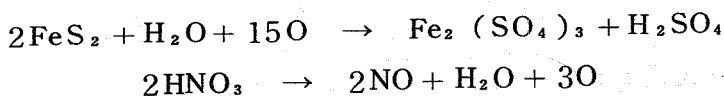
餘下化合物構成另一個半反應，即：



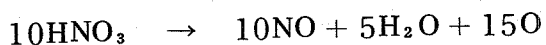
每個半反應，依照下列三個步驟平衡：

- (A) 平衡氫及氧以外的元素（例中之 Fe，S 及 N）。
- (B) 氫原子用水分子平衡。
- (C) 氧原子用“氧”原子平衡。

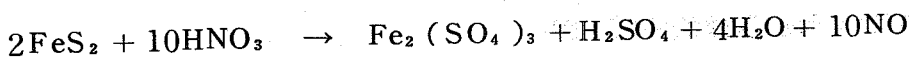
採取這三個步驟之後，兩個半反應平衡如下：



為了消去氧原子，第二個半反應如須乘以 5，得



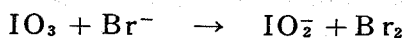
再與第一個半反應相加得：



至於離子方程式的平衡，平衡時還得注意電荷的平衡，有下列四步驟：

- (A) 平衡氧及氫原子以外之元素。
- (B) 在酸性溶液中用 H^+ 平衡電荷，在鹼性溶液中用 OH^- 。
- (C) 用水分子平衡氫原子。
- (D) 用氧原子平衡氧原子數目。

例：

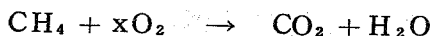


利用上述四個步驟平衡兩個半反應：



很幸運的這兩個半反應的左右方之電荷都已平衡，只要將兩者相加消去 O，便得一平衡方程式。

3. 代數法：茲以最常見的甲烷燃燒為例：

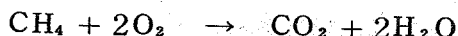


顯然的 C 與 H 均已平衡，唯一不平衡的原子是 O，設 O₂ 之係數為 x，則下列代數方程式應成立，即

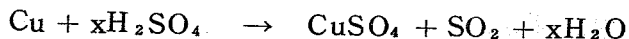
$$\text{O} : 2x = 2 + 2$$

$$x = 2$$

故平衡方程式為：



又如熱濃硫酸與銅的作用：



若以 x 代表硫酸的係數，則

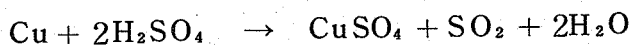
$$\text{S} : x = 1 + 1 = 2$$

或

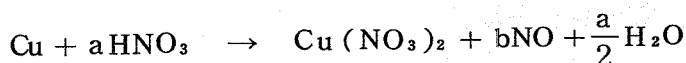
$$\text{O} : 4x = 4 + 2 + x$$

$$x = 2$$

故平衡方程式爲



也許您認爲這麼簡單的例子，心算就好了，何必如此麻煩，其實在您心算的時候，您就是用的簡單代數方法，只是您不自覺罷了。如果是銅與稀硝酸的作用，平衡方程式用的代數法，寫下來反而比較容易。

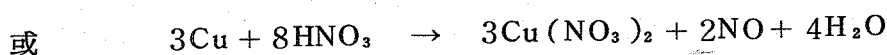
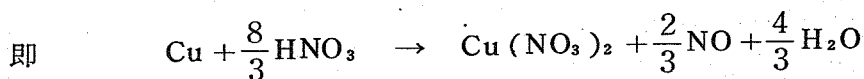


若以 a 及 b 來平衡方程式，則

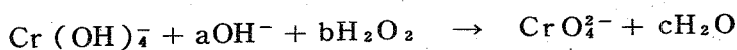
$$\text{N} : a = 2 + b$$

$$\text{O} : 3a = 6 + b + \frac{a}{2}$$

此二代數方程聯立解之，得 $a = \frac{8}{3}$ ， $b = \frac{2}{3}$



如果方程式中有離子，還得注意電荷的平衡。例如：



如以 a 、 b 及 c 來平衡方程式

則

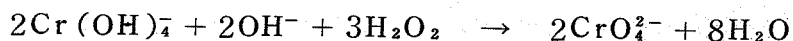
$$\text{O} : 4 + a + 2b = 4 + c$$

$$\text{H} : 4 + a + 2b = 2c$$

$$\text{電荷} : -1 - a = -2$$

三個代數方程式聯立解之，得 $a = 1$ ， $b = \frac{3}{2}$ ， $c = 4$

代入化學方程式，得



上面介紹的幾種方程式平衡法都不難吧。的確，平衡方程式是很重要的。因為定量分析的計算，工廠對產品的量或所需原料的量，都是利用平衡化學方程式來計算的。近年來，美國化學教育月刊上，常有討論平衡方程式的文章，您也可以自己設計平衡化學方程式的方法。願否一試？

參考資料

1. Harjadi : " A Simpler Method of Chemical Reaction Balance " J. of Chemical Education pp.978 ~ 980 62 , 1985 。
2. Porter : " How Should Equation Balancing be Taught ? " J. of Chemical Education pp.507 ~ 509 , 1985 June.