

化學課程裏的科學概念

魏 明 通

國立臺灣師範大學

一、緒 論

科學概念是人類觀察自然現象、物體、及其交互作用所得經驗的概括，是科學家從寶貴的經驗中萃取出來的精華，是科學家所做的決定。在化學課程裡有很多的科學概念——例如：原子、分子、莫耳、元素的週期律、原子價、氧化及還原等——這些化學上很重要的概念，可幫助我們更瞭解各種物質，並能夠以化學方法應用各式各樣的物質於日常生活中。

過去的化學課程是以正確傳授這些科學家所創的化學概念為重點，讓學生理解這些化學概念，並能夠應用為主要目的，因此其教學方法，往往以教師的講解為主，雖然有時使用視聽器材或教師做示範實驗，但是不過是讓學生更容易瞭解化學概念所施行的。因此，化學課程，往往使學生覺得教師所講的，完全是對的，課本上所寫的化學概念，是很完美而不可改變的……等錯誤的觀念。可是，一切的科學概念都是相對的，化學概念，可由時代的變遷或科學的發達而改變。有時候我們認為很適當、很完美的化學概念，可能因新的發明或新的發現而需要加以修正。現在就化學課程中舉數例說明之。

二、化學課程中化學概念的改變

1. 原子說

物質是由微粒所成的，此一概念，早在西曆紀元前的希臘時代，已深藏在人們的心目中。當時希臘的哲學家認為把一片金板切為一半時，所成的兩片金板，還是金，將此金板再切一半，再一半的切下去……到最後不能再切（在希臘文寫為 *a-tomos = for not cut*）的微小粒子，將是金的原子（atom）。此原子的概念，雖然很早就有，可是很少被人們所使用。

到了十八世紀，化學由鍊金術時代進入現代化學的開端，化學家研究各種物質的組成及反應而發現定比定律、倍比定律及質量不減定律等化學史上很有名的定律。為了要合理解釋這些定律，1808年道耳吞（John Dalton）發表他的原子說。他的原子說包含下列四項：

(1) 一切的物質均由微小而不能再分割的粒子——即原子——所組成。

(2) 同一元素的原子及其質量都相同，不同元素的原子即不同。

(3) 不同的原子，能夠結合為化合物，原子不能創生，亦不能毀滅，所有的化學現象，乃是由原子的結合及分離而起的。

(4) 一種元素的原子，不能轉變為其他原子。

道耳吞所創有關原子的概念，不但能夠把定比定律、倍比定律、及質量不減定律很合理的解釋外，幾乎把當時所有有關化學的發現，都說明清楚。因此，十九世紀許多科學家都接受並承認道耳吞的原子說。可是到十九世紀將要結束的數年裡，由於科學界一連串的發現，把道耳吞所提

「不能分割之原子」此一概念，幾乎完全加以修正了。這些發現是：1895 年 x 射線的發現、1896 年放射性衰變現象的發現、1897 年電子的發現及 1898 年放射性同位素鐳的發現。由這些發現及其後的研究，道耳吞的原子說必須加以修正，今天我們都知道：

(1) 原子可以再分為原子核、核外電子。原子核中尚有中子及質子存在。

(2) 同一元素有許多不同的原子。例如，氧有 ^{16}O ， ^{17}O 及 ^{18}O 等；氫有 ^1H ， ^2H 及 ^3H （為放射性的）等三種不同的原子。

(3) 原子可以創生，亦可轉變為能量。

(4) 一種元素的原子，可轉變為另一元素的原子。例如在原子爐及荷電加速器所製的人造放射性同位素的原子，均能轉變為其他原子。

因而，道耳吞的原子概念，在十九世紀的前葉很適當。可是，在原子科學很發達的今日，已不適當而必須加以修正了。

2. 酸及鹼的概念

自從人類有歷史以來，酸及鹼與人類生活發生很密切的關係。早期的人已能夠以醱酵方法製醋，使用木草灰來洗衣服，在聖經亦有使用醋以解渴的記載；酸及鹼的概念也隨時代的變遷而改變了。

在十六世紀的時候，巴拉西沙（Paracelsus）說，具有酸味並能夠溶解某些物質的叫做酸。其後波以耳（Boyle）對酸提出更詳細的概念：即能夠溶解一些金屬或金屬氧化物而可使藍色石蕊試紙變紅色的叫做酸。波以耳的酸的概念，廣被世人所接受，到今天乃有很多的場合使用石蕊試紙來決定酸。可是，在十九世紀末葉，阿倫尼亞斯（Arrhenius）以他的電離說為基礎，提出不同的概念：他說，在水中能夠生成氫離子的為酸。

對於鹼，也同樣的有不同的概念。開始時認為水溶液帶有澀苦味並能夠使紅色石蕊試紙變藍

色的叫做鹼。到了阿倫尼亞斯，此一概念即變為能夠在水中電離而生成氫氧根離子的叫做鹼。

電離說創立後，對於溶液的酸鹼度，化學家常用氫離子濃度或 pH 值來表示，即 pH 小於 7 的，為酸性溶液，pH 大於 7 的，是鹼性溶液。

可是，1923 年丹麥的布忍司特（Broensted）與英國的羅瑞（Lowry）又分別的提出了有關酸及鹼的新概念。他們說在反應時可供給質子的叫做酸，而在反應時可接受質子的叫做鹼。此布忍司特——羅瑞的酸鹼概念能夠把酸鹼中和時指示劑的任務，解釋的很清楚。

在弱酸（例如醋酸）與強鹼（例如氫氧化鈉）滴定時，當量點的 pH 值在 8.7 而不在 pH = 7.0 的地方。此時不能使用石蕊做指示劑，因為石蕊指示劑的變色範圍在 pH 6~8，故不能指示當量點，因此必須使用變色範圍在 pH 8.3~10 的酚酞做指示劑。酚酞在 pH = 8.3 時叫做酸式的酚酞，呈無色（此時照以前的概念來講是鹼，因為 pH 大於 7，紅色石蕊變藍色），到 pH = 10.0 時，才叫做鹼式的酚酞，呈粉紅色。

同樣的，在強酸與弱鹼的滴定裡所用甲基紅指示劑（變色範圍在 pH = 4.2~6.3）所用酸鹼概念也不同。甲基紅在 pH = 6.3 為黃色，叫做鹼式的甲基紅（雖然此時的石蕊為呈酸性的紅色），因為 pH = 6.3 的甲基紅可從溶液獲得質子而降低其 pH = 4.2 時，才能變成紅色酸式的甲基紅。

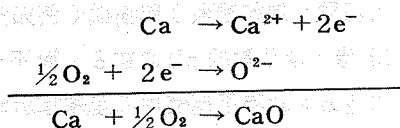
如此，酸及鹼的概念，隨時代及所用的對象之不同而將會改變的。同樣的，1923 年美國路易氏（Lewis）提出更廣義的酸鹼概念。他說，在化學反應中能夠接受電子對的叫做酸，能夠供給電子對的叫做鹼。他的概念在沒有氫離子（或質子）供受的反應裡很重要，通常用於解明有機反應機構。

3. 氧化及還原

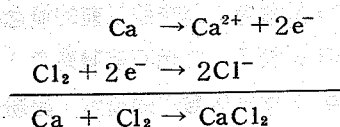
煤氣的燃燒及鐵的生鏽等，為我們最熟悉的

氧化反應。赤鐵礦和木炭混合加熱或氫氣通於燒紅的氧化銅以製造鐵或銅，為實驗室常見的還原反應。如此，物質與氧的反應，叫做氧化，從氧化物移出氧的反應，叫做還原。

可是，此氧化還原的概念，因發現很多化學反應為電子轉移的反應時，擴展到沒有氧參與的其他反應裡。例如，鈣的氧化來講，鈣原子與氧原子反應時，鈣原子將失去兩個電子變成帶兩個正電的鈣離子；氧原子則得到兩個電子而變成帶兩個負電的氧離子，所成的鈣離子和氧離子，因庫倫靜電吸引力互相吸引而結合為氧化鈣：



在鈣與氯的反應來講，情形和上述鈣與氧的反應相似。鈣原子將失去兩個電子，氯原子各得一個電子，因此鈣原子亦變成帶兩個正電的鈣離子。



上兩反應中，鈣原子所發生的情形，完全一樣，即鈣原子失去兩個電子成為鈣離子。如果把第一

反應認為鈣的氧化，即第二反應也是鈣的氧化反應。因此，廣義的氧化還原的概念，為失去電子的反應，叫做氧化；而獲得電子的反應，即為還原。

三、結 論

科學是在不斷的進步的。如上述三個例一般，化學課程中的科學概念，也隨時代的不同，使用的場所之不同，隨新的發明及發現，而必須加以修正及擴展。如以教師的講解為中心的科學教育，往往會使學生認為化學概念為絕對而不能變的錯誤的科學觀。近年來科學教育家均認為：自然科學的成果，不一定是絕對不可改變的真理，一切的科學概念，均能隨時代、地方及文化背景而改變及修正，不止境的探究活動本身，就是自然科學。

從以上的觀點，我國中小學的科學教育，亦逐漸以學生探究活動為中心的教學，來取代過去的教師講解為中心的教學。希望由學生的探究活動來導出科學概念，即由“做”而“學”而不是由“學”而“做”。如此才能培養出適應於不斷的進步的科學時代之大國民。

