

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

化學學校

(三)

歐斯伐著

湯元吉譯

商務印書館發行

化學學校

(三)

歐陽新著

湯元吉譯

漢譯世界名著

## 第三十四章 氣體容積定律

師 我們又要回轉去講氯化氫了；我們還可以學到不少東西呢。牠的成分成什麼比例？

生 氫的化合量是一·〇一；氯的化合量是三五·四六；所以三六·四七份氯化氫裏含有一·〇一份氫跟三五·四六份氯。

師 一點也不錯；這是以重量，還是以體積計算的呢？

生 當然是以重量計算的。

師 對啦。但這兩種氣體的體積究成什麼比例呢？

生 這我們在事先怎會知道呢！

師 雖不能在事先知道，卻能在事先計算出來呢。我們祇要知道一·〇一克氫氣跟三五·四六克氯氣的體積各有若干大就行了。

生 這我們怎樣纔能知道呢？

師 我們祇要知道若干重的氫氣或氯氣佔有若干大的體積，就可以算出一·〇一克氫氣或三五·四六克氯氣佔有若干大的體積了。

生 請你算給我看!

師 你先記住每立氫氣約重 $\frac{1}{11}$ 克;說得正確些是 $0.0901$ 一克。如此說來, $0.0901$ 克氫氣的體積既是一立,那末, $1.01$ 克氫氣的體積應當是多大呢?

$$\text{生 } \frac{1.01}{0.0901} = 11.210 \text{ 立。}$$

師 對啦。我們祇算到零下第一位小數點為止,作牠是一一.二立吧。氯的密度是等於 $0.00316$ ;三五.四六克氯氣的體積應當是多大呢?你可當心不要算錯呀。密度的意義你知道嗎?

生 密度是等於體積單位的重量,而體積單位是等於一立方厘米。

師 對啦,照這樣算,一立方厘米的氯氣應當等於 $0.00316$ 克。

生 啊哈,我現在明白了。一立方厘米氯氣的重量既是等於 $0.00316$ 克,那末,一立氯氣的重量就應當等於

$$3.16 \text{ 克,而三五.四六克氯氣的體積就應當等於 } \frac{35.46}{3.16}$$

$= 11.2 \text{ 立。——數目跟先前完全是一樣的,真奇怪了。}$

師 這有什麼意義呢？

生 牠告訴我們：一·〇一克氫氣跟三五·四六克氯氣的體積乃是相等的。

師 不但是這一點，牠並且還告訴我們氯氣跟氫氣是以相等的體積化合爲氯化氫的呢。氯化氫的密度是等於〇·〇〇一六·二五；那末，由一·〇一克氫氣跟三五·四六克氯氣構成功的三六·四七克氯化氫佔有多大的體積呢？

生  $\frac{36.47}{1.625} = 22.4$  立。

師 這當中有那一點可以引起你的注意嗎？你把這數目跟先前的比較一下看。

生 恰好比先前大雙倍。這倒好玩呢！

師 這並不好玩，這是一件極正經的事。這是你在一條很重要的定律中碰到的第一個例子。

生 又是一條定律！我總是不知不覺的就跌在定律裏了。人人都像我這樣嗎？

師 我是故意把你引到那些定律上去，使你去認識牠們的。

生 原來並不是偶然的啊。

師 你把剛纔見到的情形，普遍地說出來看。

生 氯氣若跟氫氣化合，那末，牠們的體積總是相等的。

師 或是說得好些：氯跟氫係以相等體積化合。至於氯化氫呢？

生 牠的體積恰好是雙倍大。

師 對啦。其他一切化合物的性質都是這樣的。

生 真的嗎？

師 可不是真的嗎，不過體積不一定是相等的罷了，牠們也可造成 1:2;1:3;2:3……等比率呢。氣體化合時所佔有的體積，我們可用  $m:n$  表明之； $m$  跟  $n$  乃是代表整數微數的。

生 原來跟原子量的情形完全是一樣的！

師 對啦；而構成功的化合物的體積跟成分的體積之間也是有一種簡單比率存在的。現在，我把你已經認識過的若干質素的蒸氣密度開給你。你算一算每一質素的每一原子量應佔有若干立的體積。

|            | 密 度       |
|------------|-----------|
| 氧 .....    | 0.00143   |
| 氫 .....    | 0.0000901 |
| 水 .....    | 0.000804  |
| 氮 .....    | 0.00125   |
| 一氧化碳 ..... | 0.00125   |
| 二氧化碳 ..... | 0.00196   |

生 計算時我須照從前一樣先用一〇〇〇乘密度，然後再用得到的數目去除原子量呢。

師 一點兒也不錯。你把算出來的結果也列成一個表看。

生

氧..... 16:1.43 = 11.2

氫..... 1.008:0.0901 = 11.2

水..... 18.02:0.804 = 22.4

氮..... 14:1.25 = 11.2

一氧化碳..... 28:1.25 = 22.4

二氧化碳..... 44:1.96 = 22.4

這多奇怪！所有的數目不是11.2就是22.4！

師 這有什麼奇怪？根纔你剛據學的那條定律，這是應當如此的。

生 為什麼？我雖學過氣體的體積在任何化合物裏都是能造成簡單的比例的；但是我們卻不能因此就說一切原子量都是佔有相等體積的呀。

師 誰說我們不能做這個結論！假設我們從氯氣出發：一立氯氣能跟一立氫氧化合你是知道的，但氯跟氫同時也能構成其他的化合物呢，如氫跟氧能化合為水就是一個例子。定律對於這個例也是適用的，就是一立氫氣祇能跟一立氧氣或其倍數化合罷了。你還可以這樣類推下去；所以



你若從一立氣體出發的話，那末，你經過化合，分解，轉變……等任何化學作用所得到的其他一切元素式的或化合式的氣體，其體積都是可以用整數立計算的。即使你不以一立，而以一·二立做單位，結果也是如此的。

生 現在我明白了，這跟原子量完全是一樣的。

師 一點兒也不錯。如此說來，密度跟原子量有什麼相互關係呢？

生 讓我想一想看。氣體的密度是每一立方厘米氣體的重量，換句話說，就是具有相等體積的氣體的重量；相等體積是可以互相化合的——如此看來，密度間的關係是跟原子量之間的關係相同的。

師 一點兒也不錯；我沒有想得到你一下子就會說對呢。

生 我現在述明自然律的勇氣已經比從前大多了。

師 這是一個很重要的進步。不過你剛纔還沒有完全說對呢，因為往往還須加上一個因子二呢。氫氣的原子量比較牠的密度要大過一·二倍；而水的原子量却要比牠的蒸汽密度大過二·四倍呢。

生 這可有點把人弄糊塗了。這種區別是怎樣發生的呢？難道我們選擇原子量時，竟不能使這種不規則的情形不至於



發生嗎？

師 不，這是實際的體積所不許的：你把我們先前拿牠做出發點的那一個例再細想一遍看；一份（體積）氯跟一份（體積）氫構成兩份（體積）氯化氫。倘若密度跟原子量是成簡單比例的。那末，氯化氫就祇應當佔有一份體積，而不應當佔有兩份體積了。因為牠事實上佔有的體積是兩份，所以我們選擇原子量的時候，纔沒有方法使牠跟蒸氣密度造成簡單比率的。

生 否則倒是極方便的呢！

師 化學家也是這樣想過的，所以牠們又創了一個叫做分子量的新概念，所謂分子量、乃二二·四立氣態質素之重量是也。

生 如此說來，分子量跟原子量大都原是相同的。

師 你查一查我先前給你的那個表看，看那些是彼此相同的，那些是彼此不同的。

生 我相信我又找到一條自然律了：牠們在化合物是相同的；在元素是彼此不同的。

師 僅就這個表裏舉的例說，你的話是對的；但就一般情形說，你的話就不適用了。——我們應當把元素的化學式寫

成怎樣，纔能使牠們代表一個分子量或二二·四立呢？

生 假使我聽懂你的話的，我們應當以二去乘那些祇能代表一一·二立的舊化學式纔行呢。

師 一點兒也不錯，我問的話你是完全聽懂的。凡能代表一個分子量的化學式，我們都稱之爲分子式。你把氯跟氫的分子式寫出來看。

生  $2\text{H}$  跟  $2\text{Cl}$ 。

師 不是這樣寫的；你應當把牠寫成  $\text{H}_2$  跟  $\text{Cl}_2$  纔對呢。——你現在把構成氯化氫的那個方程式寫出來。

生  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = \text{H}_2\text{Cl}_2$ 。

師 這又錯了；氯化氫的分子式跟普通的那個化學式是相同的，因爲三六·四七克已經佔有二二·四立了。所以你應當寫爲： $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$  纔對呢。

生 這我是明白的。這個方程式有什麼好處呢？

師 牠不但能把發生作用時的重量比率，並且還能把體積比率告訴你呢。因爲分子式是代表各種氣體的相等體積的，所以分子式前面的那些數目乃是代表參預作用的體積單位的。如此說來。你也可以把方程式這樣讀出來：一份（體積）氫氣跟一份（體積）氯氣構成兩份（體積）氯化氫。

生 唔，我現在看出來了，用分子式寫出來的方程式比較用那普通的化學式寫出來的方程式，含意要廣得多了。但是我們怎樣纔能看出牠是不是原子式呢？

師 我們只要遇到元素的化學式被寫做雙倍大的時候，就可以看出來了；例如在上面的方程式裏寫的就不是  $2\text{Cl}$ ，而是  $\text{Cl}_2$ 。在可能範圍以內，我們普通總是把牠們寫做分子式的。除了這一點以外，分子式再沒有其他特徵了。

生 我們爲什麼不把牠們通通寫做分子式呢?

師 因為祇有一部分的質素在氣體狀態時的情形是我們所知道的，所以我們纔不能把牠們通通寫做分子式的。你不要忘了，分子量的概念是建築在氣體或蒸氣密度的知識上的。

生 唔，我現在正可借此機會問您一個問題呢，這個問題我已經放在腦筋裏想過許多日子了。——氣體的密度跟體積是跟着溫度的高低或壓力的大小而改變的；我們怎能替一個可以改變的數值立出一條如此簡單的定律呢？

師 你忘了我曾經向你說起過的那條定例了，氣體密度都是以一大氣壓跟零度作為標準的。

生 對不住，我現在想起來了。但蒸氣如果在這種情形之下跟

水蒸氣似的變成液體或固體了，那怎麼辦呢？

師 那末，我們祇要拿牠們的體積放在其他適宜的溫度跟壓力之下去比較就行了。

生 這我不能了解。

師 一切氣體的體積都是同樣的隨着壓力或溫度而改變的，這你不是早就知道的嗎。氯跟氫在零度及一大氣壓下化合爲氯化氫時，既佔有相等的體積，那末，牠們就是在三百度跟十分之一大氣壓下所佔有的體積，當然也是彼此相同的（但這個體積跟在零度及一大氣壓下的那個體積當然是不同的）；不但是在三百溫度跟十分之一大氣壓下，就是在任何其他壓力跟溫度之下也是如此的，只要我們把氯跟氫放在同一溫度跟同一壓力之下加以比較就行了。

生 原來如此呵，這一點我倒沒有想得到呢，我雖相信這當中的道理一定要比我所理想的來得簡單；但是我得老實說，我還沒有能完全了解呢。

師 好，我們再從另一方面來觀察。我們也可以把定律這樣說出來：我們如果照着若干可以蒸發的質素的分子量，每種取牠若干克，使牠們在相同壓力跟相同溫度之下變成氣

體的話，那末，牠們的體積必定是彼此相等的。

生 這倒好像是一條新定律呢！

師 不，牠仍舊是那條老定律。我們如果拿化合量來代替分子量的話，那末，大一半的質素（尤其是化合式的質素）也是佔有相等體積的，不過有時祇佔有二分之一（這種情形在元素尤其顯著），有時甚至僅佔有  $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{6}$  或  $\frac{1}{8}$  的體積罷了。

生 請您把牠跟老定律的連帶關係指出來看！

師 牠們的連帶關係是這樣的：因為化學作用祇能依照着原子量（或其倍數）的比率發生，而原子量所佔有的氣體體積卻是相等的，或彼此是能造成簡單比率的，所以氣體與氣體之間也祇能依照着簡單的氣體體積比率來發生作用了。

生 胡拉，現在我完全明白了。原來又是極其簡單的呀！

師 可不是嗎。但是化學家還嫌牠不夠簡單，所以又使牠跟原子說發生了連帶關係呢。牠們先做了一個結論，說是氣態元素的密度是跟牠們的原子量成比例的，所以體積相等時，其中含有的各種氣體的原子數目也是相等的。

生 據我看起來，這個結論似乎做得太快了。

師 不過牠卻是對的，因為密度原是跟相等體積的重量相等的呀。如果每一立方厘米的氫跟氯的重量是成  $1.01:35.46$  之比的，而每一氫原子<sub>⊙ ⊙</sub>跟每一氯原子<sub>⊙ ⊙</sub>的重量也是成  $1.01:35.46$  之比的，那末，每一立方厘米裏含有的氫原子跟每一立方厘米裏含有的氯原子就應當是數目相同的了，否則我們是得不到同樣的重量比率的。

生 唔，現在我明白了。

師 但化合物就不是這樣了，因為氫跟氯化氫的密度不是成  $1.01:35.46$  之比，而是成  $2.02:36.47$  之比的。這個困難跟我們先前所遇到的那個困難正是相同的。

生 那末，化學家用什麼方法把這難關來打破的呢？

師 也跟我先前向你說的一樣。牠們做了一個假定，說是元素中的原子本身也是能互相化合的，就跟種類不同的原子可以構成功化合物一樣。牠們並稱這種化合物為分子<sub>⊙ ⊙</sub>。分子量的名稱也就是這樣得來的。

生 這個假定有什麼用處呢？

師 現在，我們可以說：體積相同之任何氣體或蒸氣，在相等壓力及相同溫度之下，其中恆含有數目相同之元子。<sub>⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙</sub>

生 除了我們已經知道的事實之外，牠們並不能再多告訴我

們什麼，這情形跟原子說倒是一樣的呢。

師 你這話完全是對的；但這卻能幫助許多人便於記憶呢。我們並且找出一點，就是我們在選擇化學式時，如果能使牠相當於二二·四立（就正常狀態言）的話，那末，我們在表明各種質素間的相互關係及其相互間的轉變作用時，就要覺得方便跟合理得多了。這種化學式所代表的量叫做一摩爾；其重量係以克計算，恰好是等於分子量的數目，因為這個原故，所以分子說的重要性及普遍性倒跟原子說差不離呢，而目前的化學都是依照着這個學說在向前發展的。

生 但你自己曾經向我說過，我們知道的那些質素之中僅有一小部分的氣體狀態或蒸汽狀態是我們所知道的。

師 一點兒也不錯；但是我們除了氣體定律之外，還發現了若干可以適用於溶解質素的定律，所以我們差不多可把分子量這個概念用之於一切質素呢。

生 請您把這當中的道理講給我聽！

師 現在還不能呢；一直要等到你再學會許多其他的質素之後，你纔能聽得懂呢。





## 第三十五章 電解

師 你可以把昨天所學的東西很簡略的再述一遍嗎？

生 我已經料到你要這樣問我了；我想，我可以很簡略的說一句，說是：氣體的化合量係佔有相等的體積的。

師 這話答的雖好；但你一則不應當說化合量，而應當說分子量；二則你應當補充一句，說是分子量若不是等於化合量，就是等於化合量之倍數。

生 分子量也有時候會是化合量的分數嗎？

師 這是不會的，因為我們當初所以擇定二二·四立的原故，就是爲的不要有分數出現呀。假定我們當初擇定一一·二立的話，那末，一切化合物的化學式裏就非有一個因子，不能表明牠所代表的分量恰好佔有一一·二立的體積了。

生 但我們當初也可以擇定爲四四·八立或六七·二立的呀。

師 當然是可以的。不過這樣一來，一切分子式就通通要獲得一個共通的因子二或三了。但這種麻煩乃是大可不必有的。