

依據最新課程標準編輯

高中化學原理

(含實驗指導)

第三冊

黃明隆 賴文雄
編 著



東華書局印行



版權所有・翻印必究

中華民國七十五年八月初版

高中化學原理(三) (全四冊)

第三冊 定價新臺幣壹佰壹拾元整

(外埠酌加運費滙費)

編著者 賴文雄 黃明隆

發行人 卓 鑫 森

出版者 臺灣東華書局股份有限公司

臺北市博愛路一〇五號

電話：3819470

郵撥：00064813

印刷者 合興印刷廠

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號

(75066)

G 633.8
824
3

S 017391

編輯大意

1. 本書係遵照民國七十二年七月教育部公佈之高級中學化學課程標準編輯。
2. 本書將內容以“分點敘述”之方式加以詳盡簡明的整理，並於每一單元之後列舉各類型範例，以供讀者在參酌應用時，可得一系統之概念。
3. 本書之綜合問題取材審慎，難易適中，計分 I、單一選擇（又分 A、基本題，B、思考題，C、應用題）。II、多重選擇，III、填充及 IV、問答與計算，並附有詳解，使讀者瞭解本文重點之所在。
4. 本書內容參考下列書籍：
 - (1) CHEM Study : Chemistry — An Experimental Science
 - (2) Bruce H. Mahan : University Chemistry
 - (3) Richard E. Dickerson : Chemical Principles
 - (4) Charles E. Mortimer : Chemistry — A Conceptual Approach
 - (5) Theodore L. Brown : Chemistry — the central science
 - (6) Linus Pauling : Chemistry
 - (7) Morrison and Boyd : Organic Chemistry
5. 本書編校雖力求完善，漏誤仍恐難免，切望先進時賢及讀者惠予批評指正。

目（附詳解）

金屬元

習目標

S9000648

目 錄

第九章 原子構造及週期表	1
9-0 學習目標	1
9-1 原子構造	2
9-2 電子組態	46
9-3 週期表	98
綜合問題 (附詳解)	115
第十章 化學鍵	157
10-0 學習目標	157
10-1 化學鍵理論	157
10-2 離子鍵 $\Rightarrow$ 陽離子與陰離子之正負電吸引力	159
10-3 共價鍵 $\Rightarrow$ 兩原子共用電子對而形成	172
10-4 金屬鍵	214
10-5 氫鍵	228
10-6 分子間作用力 $\Rightarrow$ 凡得瓦力	243
綜合問題 (附詳解)	258
第十一章 非金屬元素及其化合物	311
11-0 學習目標	311
11-1 鹵素	311
11-2 硫及其化合物	339
11-3 氮及其化合物	350
11-4 磷及其化合物	356
11-5 矽及其化合物	366
11-6 硼及其化合物	373
綜合問題 (附詳解)	381
第十二章 金屬元素及其化合物	409
12-0 學習目標	409

2 高中化原理(三)

12-1 鹼金族元素及其化合物.....	409
12-2 鹼土金族元素及其重要化合物.....	423
12-3 鋁、錫、鉛及其化合物.....	435
12-4 過渡元素及其化合物.....	441
12-5 錯合物.....	462
12-6 重要金屬之冶煉及其合金.....	482
綜合問題(附詳解).....	491
實驗指導.....	519

第 9 章

原子構造及週期表

§ 9-0 學習目標

1. 描述拉塞福的原子模型。
2. 從某元數的質譜數值，計算此元素的原子量。
3. 比較組成原子三種基本粒子的特性。
4. 使用原子序、質量數及元素符號表示一原子核。
5. 描述波耳的原子論。
6. 敘明氫原子光譜與電子能階的關係。
7. 從電子能階的轉移，能計算所放出的能量，光譜的頻率與波長。
8. 敘述由電子軌道進到電子軌域的概念。
9. 舉例說明 s 軌域及 p 軌域。
10. 根據罕德定則與包立不相容原理，寫出元素原子的電子組態。
11. 使用游離能的數值解釋電子組態。
12. 敘明元素週期表 A 族元素電子組態與其在週期表所佔位置的關係。
13. 使用電子組態解釋過渡元素。
14. 根據電子組態，分類元素為四大類。
15. 從元素在週期表的位置，預測其易失去或獲得電子的趨勢。
16. 比較 IA, VII A 及 VIII A 族元素的化學性質。
17. 舉例說明元素週期表，同一週期元素間物理性質及化學性質遞變的趨勢。
18. 舉例說明元素週期表，同一族元素間物理性質及化學性質遞變的趨勢。
19. 寫出 A 族元素之氟化物與氧化物的化學式。

20. 列舉鹼金族元素的成員及其性質。
21. 舉例說明元素週期表的應用。

§ 9-1 原子構造

1. 原子學說

※物質由「原子」所構成的猜想，可遠溯至西元前第四世紀的希臘哲學家科學家 Democritus (西元前 460~362)，但原子學說的確切形式和實驗支持，却要等到第十九世紀的初年。

先是法國化學家 J.L. Proust (1754~1826 年) 由實驗發現並建立了「定比定律」；英國化學家 J. Dalton (1766~1844 年) 由實驗發現了「倍比定律」；法國化學家 Gay-Lussac (1778~1850 年) 由氣體元素的化合時的「體積定比定律」。Dalton 提出「原子說」，可以簡易的瞭解了上述的實驗定律。這樣同時的亦使這原子說獲得極大的支持。

意大利的 A. Avogadro (1776~1856) 更進而引入一假定，謂每克分子的各種元素 (氣體，如氫、氮、氧等) 含有相等數目的分子。(這個假定後來可述作下式：每克原子的各種元素含有同一數目的原子) 有了這個確切的假定，原子說便順利的可解釋了上述的化學基本定律。(讀者宜重溫本書第二章，及高中一年級的「基礎理化」第八章第 1 至 3 節。)

在此我們務須著重下一點：原子說雖可很自然且完滿的使我們瞭解定比、倍比定律，但原子說仍祇是一個「假定」；上述的各定律並未構成「原子」的真實存在的證明。這個直接證明，還有待 1908~9 年間法國的 J. Perrin (根據愛因斯坦 1905 年的理論) 所作的「布朗運動實驗」。這個實驗同時量得 Avogadro 數：

$$N = 6.022 \times 10^{23}$$

物質的原子，是電性中立的。但由法拉第 (Faraday, 1791~1867 年) 的電解定律，我們已可推論到原子不是不可分的，而是可分為帶正電荷和負電荷兩部分的。這定律謂在電解時：

- (1) 附着於電極的 (金屬或氣體) 質量 M ，與通過電池的電量 Q 成正比，

$$M \propto Q$$

- (2) 同一電荷量 Q 所沉積的各種金屬 (或放出各種氣體) 的質量 M ，與各元素的原子量 A 成正比，與它們的原子價 v 成反比，

$$M \propto \frac{A}{v}$$

此關係亦可表以確切的方程式

每一「克原子」所聯附的電荷 = vQ_0 ,

$Q_0 = 96,487$ 庫倫 (稱為法拉第常數)

(讀者宜重溫高中一年級的基礎理化第十二章第一節。)

這電解定律的基本重要性，現在可以看見了：由上式的 Avogadro 數 N ，即得見：

$$\begin{aligned} \text{每一單價原子，聯附的電荷} &= \frac{Q_0}{N} \\ &= 1.6022 \times 10^{-19} \text{ 庫倫} \end{aligned}$$

每一雙價原子，聯附的電荷 = $2 \times 1.6022 \times 10^{-19}$ 庫倫

由此結果，我們可得一結論，電荷似亦有「粒子性」，其電荷值為：

$$e = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ 庫倫}$$

上述由 Avogadro 數 N 和法拉第數 Q_0 計得電荷單位 e ，是 Perrin 1908 ~ 9 年的實驗以後的事。但早在第十九世紀末季，英、德的實驗室作氣體導電的研究，英國大物理學家 Joseph J. Thomson (1856 ~ 1940 年) 由陰極線的研究 (1897 年)，首次的建立電荷係有「粒子」性，測定這粒子的電荷 e 與質量 m 的比值 e/m 。這粒子後稱為電子。電子的電荷 e ，後經美國的 R.A. Millikan 氏的精確實驗量定為

$$e = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ 庫倫}$$

或 $= 4.8 \times 10^{-10}$ 靜電單位

再由 e/m 的實驗值，即得電子的質量 m 為

$$m = 9.1095 \times 10^{-28} \text{ 克}$$

氫原子的質量，可由它的原子量 $A = 1.0088$ 和 Avogadro 數 N 計算得之

$$M = 1.6735 \times 10^{-24} \text{ 克}$$

由上二值，得見氫原子的質量 M ，比電子的質量 m ，大 1837 倍。故問題是：氫原子是如何構成的？其他的原子的結構又是如何的？電子的電荷是負性的；它的質量又如是的小，則原子所含的正電荷部分的質量和電荷，是如何的分布的呢？

(1) 質量守恒定律

① 定律：在化學反應中，反應物之質量總和與產物之質量總和相等。

② 說明：物質由原子組成，化學反應為原子的重組，故反應前後，

質量總和不增加亦不減少。

(2) 定組成定律 (定比定律)

①定律 一化合物無論以何法製備，皆具有一定之組成。

②說明 原子理論使吾人極易解釋化合物之定組成定律。根據原子理論，化合物乃由原子所構成者。且一化合物中，各成分元素之原子相對數目一定，因為各元素之原子重量一定，故化合物之重量組成必為一定。故化合物定組成事實可為原子理論之佐證。

(3) 倍比定律

(1)定律 一定重量之甲元素如與乙元素化合而因乙元素之重量有多寡的不同能成兩種或兩種以上之化合物時，則此諸化合物中乙元素之重量必成一簡單之整數比，此即為倍比定律。

②說明 按原子理論，化合物中各成元元素之原子個數比有一定。一定重量之甲元素，即一定個數之甲元素原子與重量多寡不同，亦即原子個數多寡不同之元素化合而成數種化合物時，諸化合物中之乙元素原子數必成一簡單之整數比，故其重量亦必為一簡單之整數比。

(4) 氣體化合(反應)體積定律

①定律 同溫同壓下，任何反應氣體的體積及氣體生成物的體積間恒成簡單整數比。

②說明 此種整數關係導致物質之粒子模型，以原子理論及亞佛加厥定律知，同情況下同體積之氣體含同數之分子，氣體反應時其分子間成簡單整數比，體積間亦成簡單整數比。

(5) 原子論⇒道耳吞(John Dalton)

道耳吞的學說其基本假定如下：

一、每種元素由極端微小的粒子稱為“原子”的所組成。

二、一所予的元素其所有的原子均相同的。

三、不同的原子有不同的性質（包括不同的質量）。

四、一元素的原子在化學反應中不會變成不同型式的原子；在化學反應中原子既不能產生也不能毀滅。

五、不止一個元素的原子相結合時即形成化合物。

六、在一所予化合物中，原子的相對數及種類是恒定的。

這學說提供我們物質之精神上的圖象。即元素乃由微小的粒子稱為“原子”所組成。“原子”為物質之基礎建築材料；為元素之最小的單位可與其他元素再結合。化合物乃兩個或更多元素以確定的安排組合而成。混合物並不涉及像在化合物所見原子間之密切相互作用。

道耳吞的學說合併當時已知之化學結合的許多定律在一起。因原子在化學反應過程中既不能產生也不能毀滅（假定四），顯然物質在如此反應中既不產生也不毀滅。所以有“物質不滅定律”（law of conservation of matter），這是拉瓦西氏發現的。定組成定律，可以假定六解釋之：在一所予化合物中原子的相對數量及種類是恒定的。第三定律由道耳吞氏發現，且與其學說有關。即“倍比定律”（law of multiple proportions）：當兩種元素組合能形成不止一種化合物時，一元素的質量與另一所予元素之質量化合，均按一簡單小的整數比率。例如兩種化合物水及過氧化氫均係氫與氧所化合者。在水中每克之氫有 8.0 克之氧，而在過氧化氫中每克之氫却有 16.0 克之氧。在此等化合物中與 1 克之氫化合的氧質量之比乃一小的整數二之比：過氧化氫所具氧對每質量之氫在水中之兩倍。用原子論我們瞭解此意即過氧化氫中所含對每個氫原子之氧原子為在水中之兩倍。現在我們知道水對於每兩個氫原子含有一個氧原子，而在過氧化氫中對於每兩個氫原子含有兩個氧原子。

可見原子論與許多觀察有關聯的而且有助於我們的解釋。對於早期一元素與另一元素之不同這問題，現在我們能解答因為它們具有不同型式的原子。可惜，此種解釋還要更深入的問題：何以不同元素的原子互不相同？要解答此問題必須要先討論原子的結構。這種論題將在以後兩節中提出。我們會看到要瞭解原子的結構，就先要瞭解更多的物質景象。

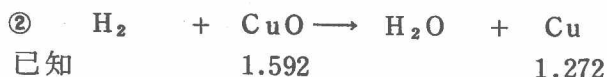
範例 1

燃燒氫 0.25 克得 H_2O 2.25 克，又以過量的氫還原，1.592 克之氧化銅得 1.272 克，下列敘述何項正確？

- (A) 可用定組成定律法解答
- (B) 後者同時可得水 0.36 克
- (C) 水中氧之組成百分率為 88.8 %
- (D) 若 16 克的氧完全反應可得 18 克之水
- (E) 水中氫與氧重量比為 1 : 8



解：(A)(B)(C)(D)(E)



完全合乎定比定律。

範例 2

下列何者可用以說明倍比定律：

- (A) H_2O ; H_2O_2 (B) PCl_3 ; PCl_5 (C) P_2O_5 ; P_4O_{10}
 (D) P_4O_6 ; P_4O_{10} (E) NH_3 ; N_2H_4

解：(A)(B)(D)(E)

P_2O_5 為 P_4O_{10} 之簡式，不能說明倍比定律。

N_2H_4 為聯胺（胼）。

範例 3

下列各組何者不能用以說明倍比定律：

- (A) O_2 ; O_3 (B) NH_3 ; NH_4^+ (C) S_6 ; S_8 (D) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$; $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
 (E) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; CH_3OCH_3

解：(A)(B)(C)(D)(E)

(A) 可說明同素異性體（只能一種元素，又如斜方硫，單斜硫，金剛石，石墨）。

(B) $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ 。

(C) S_8 斜方硫可斷裂成 S_6 ， S_4 ， S_2 等。

(D) 三種元素不能說明倍比。

(E) 乙醇與甲醚為同分異構物（同分異構可以二種元素以上）。

範例 4

甲乙二化合物之組成元素均為 A 與 B，其百分組成甲為 40% A 和 60% B；乙為 25% A 和 75% B，則依倍比定律，甲、乙中 B 元素之重量比：

- (A) 1 : 2 (B) 2 : 3 (C) 1 : 3 (D) 3 : 4 (E) 4 : 5。（65 年三專）

解：(A)

範例 5

倍比定律和下列那一項觀念密切關係？

- (A) 某元素原子具有二種以上同位素。
 (B) 某元素原子具有二種以上物理狀態。
 (C) 某元素原子具有二種以上原子量。
 (D) 某元素原子具有二種以上原子價。
 (E) 某元素原子具有二種以上之結合容量。 (62 年聯考)

解：(D)(E)

範例 6

氮和氧形成五種化合物。係由 1.00 克氮分別和 0.572, 1.14, 1.73, 2.28, 2.85 克的氧化合物所成。說明氧元素在這些化合物中的重量比成爲簡單整數，並用原子理論解釋此等數據。

解：

化 合 物	1	2	3	4	5
對每克氮之氧重	0.572	1.14	1.73	2.28	2.85
對第一欄數值之氧重量比	1.0	1.99	3.02	4.00	5.00

在實驗不準度範圍內，上列數值爲小整數。即 1 : 2 : 3 : 4 : 5，此等數據係基於氮 1 克中之各原子能與一定原子數之氧相化合所使然。氮與氧可化合成數種不同的化合物，與一定質量 (28 克) 之氮化合之氧的質量如下表：

	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_4	N_2O_5
N (克)	28	28	28	28	28	28
O (克)	16	32	48	64	64	80

範例 7

將空氣加熱至 2000°C ，氧與氮反應，如溫度壓力均不變，而反應前後總體積不變，則該反應之產物為：

- (A) N_2O (B) NO_2 (C) NO (D) N_2O_5 (E) N_2O_4 (62 年聯考)

解：(C)



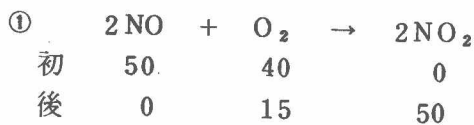
依氣體反應定律及原子不再分割的假設可推知產物為 NO 。

範例 8

NO 與 O_2 混合，最初體積為 90 ml ，在同溫同壓下反應後，總體積為 65 ml ，求 NO 與 O_2 之最初體積分別為若干 ml ？

- (A) $\text{NO} : 50\text{ ml}$ ， $\text{O}_2 : 40\text{ ml}$ (B) $\text{O}_2 : 50\text{ ml}$ ， $\text{NO} : 40\text{ ml}$
 (C) $\text{NO} : 65\text{ ml}$ ， $\text{O}_2 : 25\text{ ml}$ (D) $\text{NO} : 25\text{ ml}$ ， $\text{O}_2 : 65\text{ ml}$
 (E) $\text{NO} : 30\text{ ml}$ ， $\text{O}_2 : 60\text{ ml}$

解：(A)(C)



2. 原子的結構

- (1) 道耳吞及其同時代的人士視原子為一不可分割的物體。但，數據慢慢累積可指示出原子具有一更小的粒子結構。只有三種此等“次原子粒子”(subatomic particles)是我們化學流行瞭解中感到有興趣的：即“質子”(proton)，“中子”(neutron)，以及“電子”(electron)。
- (2) 質子具一正電荷；中子不具電荷；電子具一負電荷。在質子及電子上之電荷均相等大小。因原子不具淨電荷，故在一原子上有等數之電子及質子。質子及中子均在非常小體積中存在，這非常小的體積在原子內稱為“核”(nucleus)原子的大多數剩餘部分都是空的空間，電子即在其中運行。電子被核吸引，而且藉不同電荷粒子間存在的吸引

力（庫倫的或靜電的吸引作用）以免完全自由地在空間飛翔。原子之直徑為 $1 \text{ \AA}$ 級（即 10^{-10} m ）。其核之直徑則更小為 $10^{-4} \text{ \AA}$ 級。若原子標度在大小上加大，如此則核之直徑為 2 cm （約為 25 仙硬幣的直徑），則該原子的直徑大到 200 m （約為一個足球場長度的兩倍）了。質子與中子質量約略相等，而電子質量只是它們中任何一種的約 $1/1835$ 。所以微小的“核”却幾乎載負原子的絕大部分的質量。誠然“核”的密度是 $10^{13} - 10^{14} \text{ g/cm}^3$ 級。如果這種密度的物料裝滿一隻火柴盒中，則其重量超過二十五億噸（ $2\frac{1}{2}$ billion tons）。天文學家已設想在一個崩潰的星球內部的物質在爆炸以前如一超新星（supernova）其密度即接近此值。

- (3) 若干原子及其次原子粒子如上所述者，且如下表中摘要記載。因電子是在原子的外圍，故在化學反應中。

質子，中子及電子

粒 子	電 荷	質 量
質 子	正電性 (1+)	$1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$
中 子	無 (中性的)	$1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$
電 子	負電性 (1-)	$9.11 \times 10^{-28} \text{ g}$

- (4) 一元素之鑑定端視該元素一原子之核中的質子數而定。事實上，可將一元素定義為一物質，其原子均具相同數目的質子。故所有元素碳之原子均具六個質子及六個電子。大多數也具有六個中子，雖然有些比較多些。一所予元素之原子其在中子數中不相同的，因此質量也不相同了，稱為“同位素”（isotopes）。符號 $^{12}_6\text{C}$ 或簡單的 ^{12}C （讀做“碳十二”，carbon-12）乃用以表示具有六個質子及六個中子的碳原子。質子的數目，稱為“原子序”（atomic number），則以符號左下方之數標識之。因一所予元素之原子均具相同之原子序，故此左下方的數是多餘的所以可刪除之。符號左上方之數稱為“質量數”（mass number）且為原子中質子數加中子數之總和。若干碳原子含六個質子及八個中子，因此可以 ^{14}C 標識之（讀做碳-14）。正常的對於一元素只在表示該元素一特定的同位素時才在符號上同時使用左上方及左下方的標識。氧的三種同位素及其化學符號在表 9-3 中示明。“核子”

- (5) 在原子的層次上，金，氧以及碳在質子，中子及電子各項上均在其原子中含量不同。但此等次原子粒子在所有質中却是共同的。故可陳述一原子為一元素之試樣最小的代表物，因割裂原子為次原子粒子便破壞了它們的本體。
- (6) 欲變化一基本的或常見的金屬如鉛，原子序 82，為金，原子序是 79，便需由鉛原子的核中移出 3 個質子。因核非常小而且深藏在原子的中心，又因在核中粒子間鍵合力極強，所以移出質子是極為困難的。使核中起變化所需之能量比最猛烈的化學反應有關的能量要鉅大得多。故我們仍然同意道爾頓的元素之原子就化學反應不會變成不同型式的原子。因此煉金術士的試圖變廉價金屬為黃金為無益之舉是必然的事。
- (7) 原子序：原子核中的質子數（或中性原子之電子數）
- ① 例如氧原子序為 8 表示：(A) 核中有 8 個質子；(B) 核電荷為 +8 單位；(C) 中性原子核外有 8 個電子。
 - ② 原子序皆為整數，且各原子之原子序既各不相同，亦可用來代表元素，故一種元素，現有三種不同表示法：(a) 名稱；(b) 符號；(c) 原子序；如鈉可用其名稱鈉，或符號 Na，或原子序 11 表示之。
 - ③ 元素在週期表之位置是依原子序而排列的。
 - ④ 表示原子的原子序數時，寫在符號之左下角，如 ${}_6\text{C}$ ， ${}_7\text{N}$ ， ${}_8\text{O}$ ，中 6，7，8，分別為 C，N，O 原子的原子序。
 - ⑤ 原子之化學性質由核電荷（即原子序）或核外之電子數決定。原子序相同及電子數相同，具有相同之化學性質。
- (8) 質量數：原子核中質子數與中子數之總和。
- ① 決定核之質量。
 - ② 質量數恒為整數（最接近原子量之整數，但非原子量）。
- (9) 同位素：(Isotopes)：凡元素之質量數雖不同，而原子序相同者，其化學性質亦各相同，在週期表中應佔同一位置，此等元素稱為同位素。
- ① 研究同位素最有效之方法為質譜儀 (Mass Spectrography) 之運用。
 - ② 在自然界中有兩種型式之氯原子 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 及 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 。其意義表示兩者均為氯元素之同位素，並非此等原子之一種為氯而另一種為同位素。
 - ③ 在自然界中有的元素僅以一種同位素存在（如鈉、鉍及氟）然而多數元素具有一種以上之同位素，如表 9 - 1 所示。
 - ④（同位素之實例）：同位素之原子核其電荷相等，普通氫原子 ${}_1^1\text{H}$ ，質量皆相同，核內僅含一個質子，但在自然界中仍有 0.016 % 之質量較大的氫原子： ${}_1^2\text{H}$ ，其原子核之質量為質子之兩倍。此原子核

含一個中子（電荷 0，質量 1）和一個質子（電荷 + 1，質量 1）。此氫元素稱為氫 - 2 或氘，或重氫。此重氫即為氫之同位素。

⑤ 同位素與原子量：

多數元素皆為數種同位素依一定之比所成之混合物。故實測元素之原子量，不過為若干種同位素質量之平均數。

⑥ 因同位素含量不同，造成週期上有下列四處原子序與原子量次序之不調和。

	原 子 序	平均原子量
氬 (Ar)	18	39.948
鉀 (K)	19	39.102
鈷 (Co)	27	58.933
鎳 (Ni)	28	58.71
碲 (Te)	52	127.60
碘 (I)	53	126.904
釷 (Th)	90	232.038
鏷 (Pa)	91	231

(10) 同量(質)素(isobars)

① 同量數：原子序不同而質量數相同之異類原子，例如 $^{14}_6\text{C}$ 與 $^{14}_7\text{N}$ 為同量數，又如 $^{36}_{16}\text{S}$ 與 $^{36}_{18}\text{Ar}$ 亦為同量數。

② 同量數在化學性質上不相似，因化學性質取決於電子數，而此數由原子序決定，同量數對化學家較不重要。

(11) 離 子

帶正電或負電的原子或原子團，稱為離子。

① 陽離子：原子或原子團中電子數較質子數少時，成帶正電的離子，如 Na^+ ， NH_4^+ 等。

② 陰離子：原子或原子團中電子數較質子數多時，成帶負電的離子，如 Cl^- ， SO_4^{2-} 等。

③ 形成離子時之能量變化：

(a) 中性原子移去電子時吸收能量（游離能），而形成陽離子。



(b) 將電子加入中性原子時釋出能量（親和力），而形成陰離子。

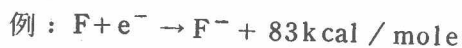


表 9-1 若干常見之同位素

同位素 名 稱	自 然 界 之 存 量	原 子 序	質 量 數	原 子 核		中 性 原 電 子 子 數	
				組 成	質 量	電 荷	
氫-1	99.984 %	1	1	1p,		1 1 +	1
氫-2	0.016	1	2	1p, 1n	2	1 +	1
氦-3	1.34×10^{-4}	2	3	2p, 1n	3	2 +	2
氦-4	100	2	4	2p, 2n	4	2 +	2
鋰-6	7.40	3	6	3p, 3n	6	3 +	3
鋰-7	92.6	3	7	3p, 4n	7	3 +	3
鈹-9	100	4	9	4p, 5n	9	4 +	4
硼-10	18.83	5	10	5p, 5n	10	5 +	5
硼-11	81.17	5	11	5p, 6n	11	5 +	5
碳-12	98.892	6	12	6p, 6n	12	6 +	6
碳-13	1.108	6	13	6p, 7n	13	6 +	6
氮-14	99.64	7	14	7p, 7n	14	7 +	7
氮-15	0.36	7	15	7p, 8n	15	7 +	7
氧-16	99.76	8	16	8p, 8n	16	8 +	8
氧-17	0.04	8	17	8p, 9n	17	8 +	8
氧-18	0.20	8	18	8p, 10n	18	8 +	8
氟-19	100	9	19	9p, 10n	19	9 +	9
氯-35	75.4	17	35	17p, 18n	35	17 +	17
氯-37	24.6	17	37	17p, 20n	37	17 +	17
金-197	100	79	197	79p, 118n	197	79 +	79
鈾-235	0.71	92	235	92p, 143n	235	92 +	92
鈾-238	99.28	92	238	92p, 146n	238	92 +	92