教材單元	光碟片數	光碟編號
化學計量	6 片	9500~9505
物質狀態與氣體	6 片	9506~9511
溶液的性質	8 片	9512~9519
反應速率與化學平衡	11 片	9520~9530
酸鹼鹽	8 片	9531~9538
氧化還原反應與電化學	11 片	9539~9549

（上冊）

單元　化學計量

主題 1　提出原子理論

1. 確定“原子說”的基本定律：

(1) **質量守恆定律**：1774 年拉瓦節提出。

① 說明：反應前物質的總質量與反應後物質的總質量相等。

a. 此定律僅適用於物理變化、化學變化，不適用於核分裂反應。

b. 若開放系中，產生氣體則質量減少，密閉系中則不變。

② 例子：$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)}\downarrow + 2NaCl_{(aq)}$

(2) **定比定律**（又稱定組成定律）：1799 年普勞斯特提出。

① 說明：一化合物不論其來源、製法如何，其組成元素間有一固定比例的質量關係。

② 例子：此定律不適用於同位素化合物。且其元素間重量比非簡單整數比。

H_2O 化合物的組成元素間的重量比恆為 ⇨ 氫：氧＝1.008：8.00。

(3) **倍比定律**：1803 年道耳吞提出。

① 說明：兩元素組成二種（含）以上化合物時，這些化合物中，若將其中一種元素的質量控制相同，則另一元素之間的質量，必恆為簡單整數比。

② 例子：以 C 和 O 二元素組成的化合物有 CO 和 CO_2，固定 C 元素的質量相同，則 O 元素間的質量比為 1：2。

③ 推論：a. 其中一原子必有多種氧化數、原子價或當量

b. 可求實驗式

c. 僅適用於相同的二元素。

(4) **道耳吞原子學說**：1802 年道耳吞提出。

理論內容	原子說修正
1. 一切物質是由原子所組成，原子為基本粒子不可再分割。	原子並非最小粒子，可再分割成電子、質子、中子。
2. 相同元素的原子，具有相同質量與性質，不同元素的原子，質量與性質不同。	由於同位素（^1_1H、^2_1H）的存在，使得同種元素原子的性質相同，但質量不同。
3. 不同元素間的原子，能以簡單整數比結合成化合物。	當結合形成大晶體時，會有數目比例上的虧損。
4. 物質發生變化是原子的重新排列，原子的種類、數目不變。	原子若在核反應中，可衰變成其它原子，原子種類及數目皆會改變。

2. 確定“分子說”的基本定律：

(1) **氣體反應體積定律**：1808 年給呂薩克提出。

① 說明：在化學反應中，若參與反應與反應生成物皆是氣體，則在同溫同壓下，反應物消耗與產物生成的氣體體積間必成簡單整數比。

② 例子：氫與氮化合生成氨，其參與的體積比為 3：1：2。

(2) **亞佛加厥定律**：1811 年亞佛加厥提出。

① 說明：為解釋氣體反應體積定律，提出分子的存在，並指出在同溫同壓下，同體積的任何氣體含有相同數目的分子，即氣體的體積與分子數成正比。

② 例子：在 S.T.P.下，每莫耳的理想氣體體積皆為 22.4 升。

(3) **分子**：

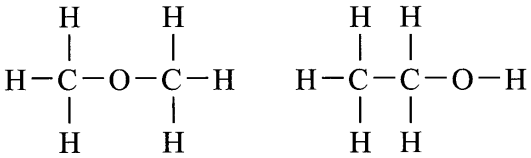
① 是由原子所組成，是組成物質且具有物質特性的最小粒子。

② 性質由組成的原子種類、數目、排列方式而異。

a 種類：H_2 與 O_2

b 數目：O_2 與 O_3

c 排列：C_2H_6O



例題 1 粉末氯酸鉀（$KClO_3$）隨加熱條件之不同而產生不同生成物，下列四種反應中其質量減小率等於 13.1%的反應爲：（K = 39、Cl = 35.5） 【62 年聯招試題】

(A) $4KClO_3 \rightarrow 3KClO_4 + KCl$ (B) $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_{2(g)}$

(C) $4KClO_3 \rightarrow 2K_2O + 2Cl_{2(g)} + 5O_{2(g)}$ (D) $2KClO_3 \rightarrow 2KClO_4 + 2KCl + O_{2(g)}$

例題 2 甲氣體 1 升，剛好能與乙氣體 3 升化合，以產生丙氣體 2 升。若甲氣體的分子式爲 A_3（即三原子分子），則乙氣體的分子式可能是下列的那一個？ 【83 年學測試題】

(A) AB (B) AB_2 (C) A_2B (D) A_2B_2。

例題 3 (1) 甲、乙、丙均爲氣體，同溫同壓下，2 體積甲和 1 體積乙可化合成 2 體積丙，若甲的化學式爲 A_2B，則乙化學式可能爲：
(A) A_2B_2　(B) A_2B_3　(C) AB_2　(D) A_2B_5。

(2) 承上題，若有另一氣體丁，其組成元素與乙相同，如右表所示；則丁的化學式可能爲：
(A) A_2B_6　(B) A_2B_9　(C) AB_6　(D) A_2B_5。

元素＼化合物	乙	丁
A	50%	25%
B	50%	75%

例題 4 若化合物 A_2B 的重量百分組成爲 60% A 與 40% B，則化合物 AB_2 的重量百分組成，與下列何組重量百分組成最接近？【88 年聯招試題】
(A) 27% A 與 73% B　(B) 33% A 與 67% B
(C) 40% A 與 60% B　(D) 50% A 與 50% B。

例題 5 1802 年道耳吞提出以下的原子學說，從現在的化學知識來看，下列何者仍然正確？
(A) 一切物質都是由原子組成　(B) 相同元素的原子，具有相同的質量及性質
(C) 化合物分解所得的原子與構成化合物的同種原子性質相同
(D) 原子是基本粒子，不可分割　(E) 不同元素的原子性質不同。
【85 年夜大聯招試題】

例題 6 H_2 與 N_2 體積比為 3：1 之混合氣體，在定溫定壓下使之反應生成氨，若反應後之體積減為原來 0.6 倍，則反應後混合氣體中 H_2、N_2、NH_3 之莫耳數比為何？
（溫度與壓力反應前後皆相同）
(A) 3：2：1　(B) 3：9：4　(C) 3：1：8　(D) 1：3：2

主題 2 原子量、分子量與莫耳

1. **原子量**：
   (1) 定義：元素的原子量是一相對量，IUPAC 定 ^{12}C 原子的質量為 12.0000，做為原子量的比較標準。
   $1\ \text{amu} = \frac{1}{12}$（1 個 ^{12}C 原子質量）$= \frac{1}{12} \times \frac{12}{6.02 \times 10^{23}}$ 克 $= 1.66 \times 10^{-24}$ 克，
   $\therefore$ 1 克 $= 6.02 \times 10^{23}$ amu。　（amu；原子質量單位）
   (2) 求法：同數量下，某一元素(X)原子與 ^{12}C 原子質量的比值，即可推得。
   X 之原子量＝(比值)×12。
   (3) 平均原子量：自然界元素均有同位素，可依其存在含量計量出平均原子量。
   例：^{12}C 與 ^{13}C 在自然界存量為 99%、1%，
   $\therefore$ 碳的平均原子量 $= 12 \times 99\% + 13 \times 1\% = 12.01$
2. **分子量**：
   (1) 定義：分子的相對質量。
   (2) 求法：將分子式中各原子的原子量相加可得。例 $C_6H_{12}O_6 = 180$
   (3) 混合氣體的平均分子量($\overline{M}$)$= \frac{\text{混合氣體的總質量}}{\text{混合氣體的總莫耳數}} = M_1X_1 + M_2X_2 + M_3X_3 + \ldots$
   （M 為各氣體的分子量；X 為各氣體所占有的莫耳分率）
   (4) 對氣體物質，可用蒸氣密度法求分子量：
   $M = D(g/L) \times V$（莫耳體積 L/mol）或 $PM = DRT$
3. **克原子量、克分子量和莫耳**：
   (1) 克原子量：以克為單位的原子量。1 克原子量＝1 莫耳原子的質量克數。
   例：1 克原子量的氧＝1 莫耳氧原子重＝16.00 克
   (2) 克分子量：以克為單位的分子量。1 克分子量＝1 莫耳分子的質量克數。
   例：1 克分子量的 CO_2＝1 莫耳 CO_2 分子重＝44.0 克

(3) 莫耳：為一大的數量單位，數值為 6.02×10^{23} 粒子數。

$$\text{mol 數}=\frac{\text{粒子數}}{6.02\times10^{23}}=\frac{\text{質量}}{\text{原(分)子量}}=\frac{\text{氣體體積(L)}}{\text{莫耳體積}}$$

(4) 莫耳體積：在某一固定溫度壓力下，1 莫耳氣體所占有的體積。

例：在 STP 下，氣體莫耳體積＝22.4 L；NTP，氣體莫耳體積＝24.5 L

① 同一物質，一般為氣體莫耳體積 > 液體 > 固體，但水、鑄鐵、銻、鉍則為氣體＞固體＞液體。

② 氣體莫耳體積隨溫度與壓力而變，同溫同壓下理想氣體的莫耳體積相同。

③ 液體與固體莫耳體積隨物質種類而異，受溫度壓力影響不大。

例題 7 科學家計劃製造一座「太空電梯」，以探測外太空與火星。支撐這座「太空電梯」的纜繩是一束由十億條、長達十萬公里的奈米碳管所製成，每條奈米碳管含有 7.2×10^{17} 個碳原子。試估計這束纜繩至少需要多少公斤的碳來製備？　【93 年學測試題】

(A) 0.12　(B) 2.40　(C) 7.20　(D) 14.4　(E) 28.8

例題 8 已知硼原子的質量爲 10.81 amu，硼原子乃由原子量爲 10.01 的 ^{10}B 和原子量爲 11.01 的 ^{11}B 兩種同位素所組成，則 ^{10}B 所佔硼原子的百分率爲下列何者？【90 年聯招試題】

(A) 20%　(B) 30%　(C) 70%　(D) 80%。

例題 9 某化合物含 C、H、O 等三元素，若該化合物 1 分子由 9 個原子構成，又 1 分子所含的電子數有 26 個，則該化合物的分子量爲多少？

(A) 30　(B) 32　(C) 42　(D) 46。

例題 10 下面何狀況下所含氧原子數最多？ 【74 年聯招試題】

(A) 1.8 克水
(B) S.T.P.下 22.4 升之二氧化碳
(C) 3.01×10^{22} 個臭氧分子
(D) 25°C、1 atm 下 1.12 升氧
(E) 0.50M 之 H_3PO_4 500 mL。

例題 11 (甲) 2 個氧分子 (乙) 6×10^{-23} 克 (丙) 2×10^{-22} 莫耳氫分子 (丁) 100 amu 所表現出質量大小次序爲何？ 【70 年聯招試題】

(A) 丁＞甲＞丙＞乙
(B) 丙＞丁＞甲＞乙
(C) 乙＞甲＞丁＞丙
(D) 甲＞乙＞丙＞丁

例題 12 有甲、乙二種氣體，各重 1.64 克及 0.5 克。在同溫同壓下甲氣體的體積爲乙氣體的二倍，若已知乙氣體的分子量爲 28，而甲氣體僅由氧與氮二元素結合，則甲氣體所含原子總數應約爲：

(A) 6.4×10^{22} (B) 2.4×10^{22} (C) 1.28×10^{23} (D) 3.2×10^{22} (N = 14)。