

目錄

Contents

第一單元 化學計量

| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
|--------------|--|----|
| 主題 1 古典定律 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 11 |
| 主題 2 原子量與分子量 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 19 |
| 主題 3 化學式 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 26 |
| 主題 4 化學計量 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 34 |
| 主題 5 化學反應熱 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 39 |
| 實戰演練 | | 46 |

第二單元 物質的狀態與分類

| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
|---------------|--|----|
| 主題 1 物質的分類 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 53 |
| 主題 2 物質的狀態與相圖 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 59 |
| 實戰演練 | | 63 |

第三單元 溶液

| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
|------------|--|----|
| 主題 1 溶液的種類 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 69 |
| 主題 2 溶液濃度 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 72 |
| 主題 3 溶解度 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 76 |
| 實戰演練 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 82 |

第四單元 水溶液中的反應

| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
|-----------|--|-----|
| 主題 1 酸鹼反應 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 89 |
| 主題 2 氧化還原 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 98 |
| 實戰演練 | | 103 |

| 第五單元 原子結構與週期表 | | |
|----------------|--|-----|
| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
| 主題 1 基本粒子與原子模型 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 111 |
| 主題 2 電子組態與週期表 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 119 |
| 實戰演練 | | 129 |

| 第六單元 化學鍵與晶體簡介 | | |
|------------------|--|-----|
| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
| 主題 1 原子間作用力 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 137 |
| 主題 2 分子間作用力 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 145 |
| 主題 3 八隅體規則與路易斯結構 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 149 |
| 實戰演練 | | 153 |

| 第七單元 生活與環境 | | |
|----------------|--|-----|
| 主題名稱 | 複習紀錄 | 頁次 |
| 主題 1 生物體中的有機物質 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 159 |
| 主題 2 生活中的物質 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 168 |
| 主題 3 能源 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 172 |
| 主題 4 化學與永續發展 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 176 |
| 主題 5 化學與先進科技 | 第一次複習：___年___月___日 第二次複習：___年___月___日 | 185 |
| 實戰演練 | | 188 |

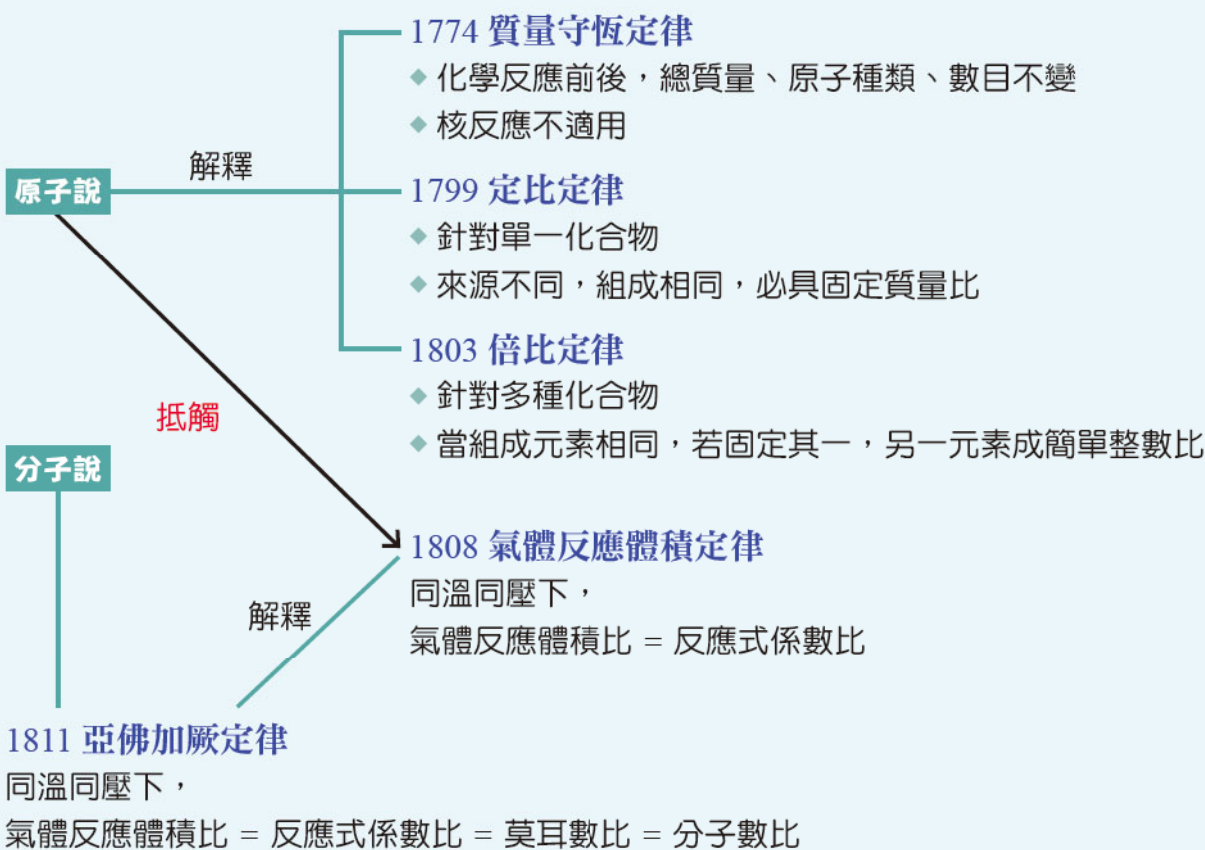
| 探究攻略 | | 頁次 |
|------------|--|-----|
| 攻略一：探究與實作 | | 194 |
| 攻略二：素養經驗提升 | | 200 |

第一單元 化學計量

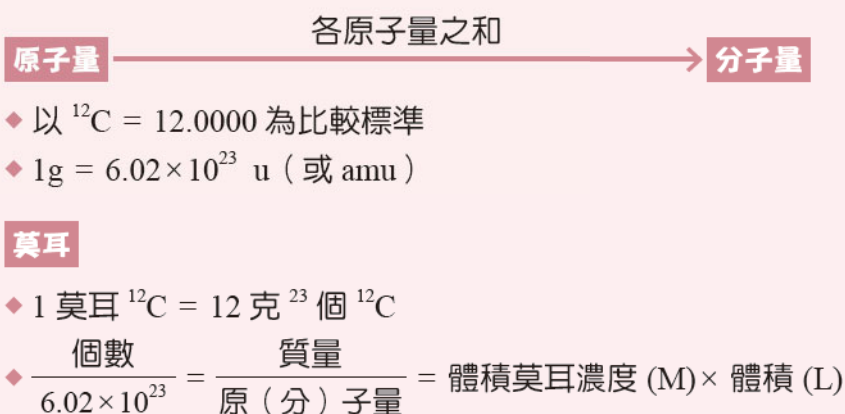


概念脈絡

主題 1 古典定律



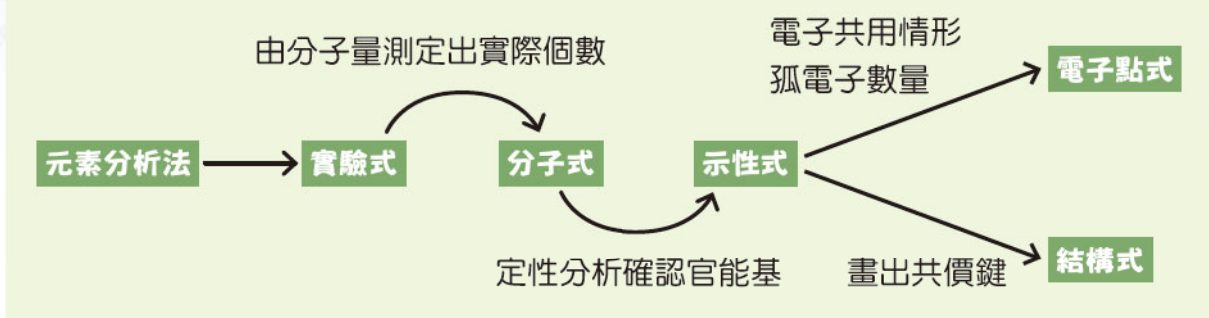
主題 2 原子量與分子量



單位轉換



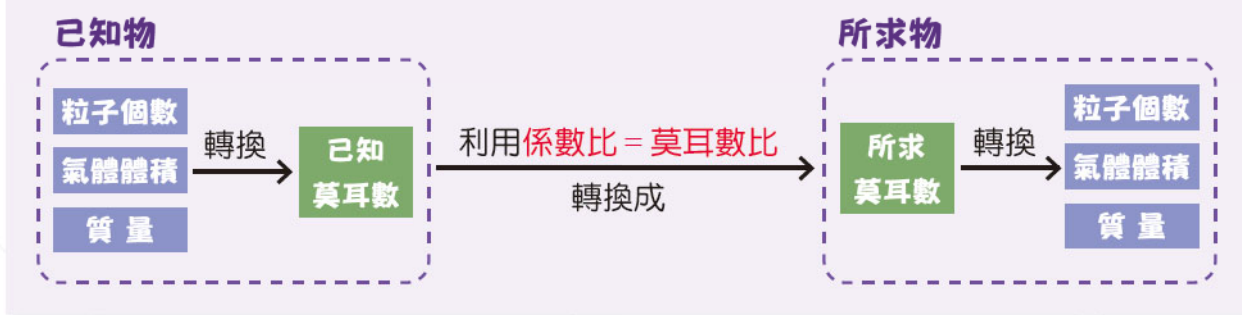
主題 3 化學式



化學反應需遵循基本定律

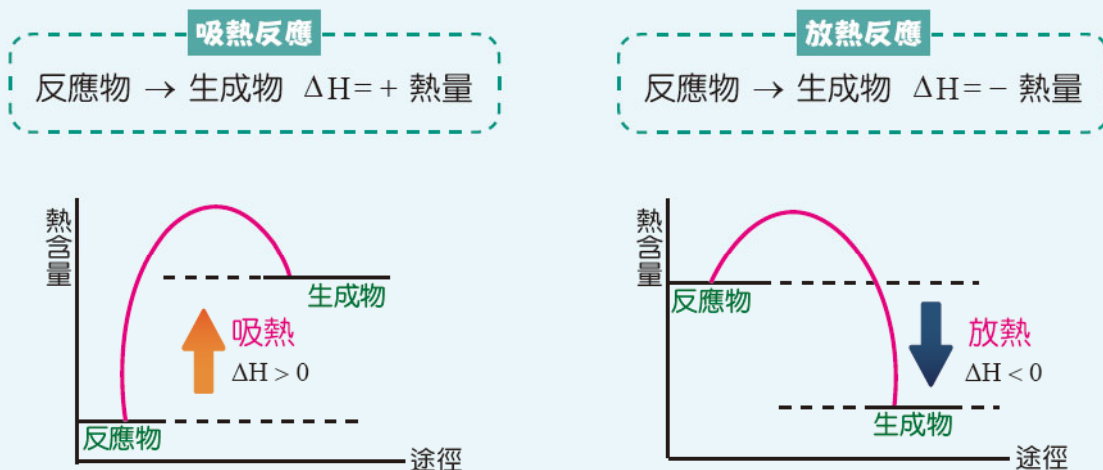
多半用分子式代表各反應物，反應式利用**觀察法**、**代數法**遵循原子不減、電子不減進行反應式平衡

主題 4 化學計量



有反應必有能量損耗

主題 5 化學反應熱





準備方向

古典定律中以質量守恆、定比定律、倍比定律等三大基本定律為主。此三大基本定律即為原子說的開端，氣體反應體積定律、亞佛加厥定律則為分子說的基本定律。原子說主要著重在原子，分子說則著重在氣體分子。此處定比定律、倍比定律、亞佛加厥定律、亞佛加厥定律則為常考之考點，尤其亞佛加厥定律更常與化學計量合併出題。

在化學式、化學計量中，著重的重點在於化學計量，有反應必有量的消耗，化學計量就是在處理各反應物間的消耗量的關係及產物產生量的關係。此處也常考各單位之間的轉換，例如：質量與莫耳間的轉換、粒子個數與莫耳間的轉換，甚至納入溶液濃度的觀念，大考中也常用化學計量的題目順道將原子說、分子說、化學式、反應式平衡、溶液濃度的概念納入考題中。

有反應必有能量消耗，在化學計量中處理了量的變化，在反應熱中則處理能量的變化，此主題中需特別注意物質的狀態，例如： $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ 兩者狀態不同，即生成熱、分解熱的能量就不同。赫士定律中在進行反應熱的加成計算時，則要小心運算符號的處理，當反應式逆向時，運算符號要跟著變號。

考試前，請熟悉古典定律中各定律的意義，以至於面對化學計量相關題目時，解題會較快速。

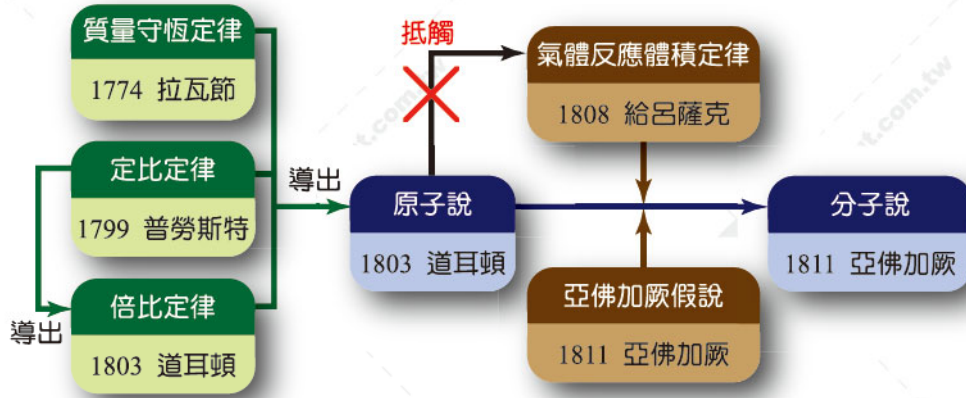


單元出題率

| 主題 | 涵蓋考點 | 學測年度及數量 |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|
| 古典定律 | 定比定律、倍比定律、原子說、氣體反應體積定律、亞佛加厥定律 | 101 × 2、104 × 2 |
| 原子量與分子量 | amu、平均原子量、莫耳 | 103 |
| 化學式 | 實驗式求法、分子式求法 | 106、108、109 |
| 化學計量 | 化學計量、產率、原子經濟效率 | 103 × 2、104、106 × 3、108、110、111 |
| 化學反應熱 | 生成熱、分解熱、燃燒熱、赫士定律 | 101 × 1、103、107 |

主題 1 古典定律

重點 1 基本定律的發展關係



說明

定律與學說的關係：

1. 定律：科學家經過多次實驗所得到的結論。
2. 學說：藉由已存在的現象，透過實驗加以驗證說明，而推得一學說。



重點 2 原子說

1. 道耳頓於西元 1803 年將質量守恆定律、定比定律、倍比定律歸納成原子說。

(1) 質量守恆定律：

- ① 提出者：西元 1789 年，法國科學家拉瓦節（錫）(A. L. Lavoisier)。

註 拉瓦節同時推翻四元素說、燃素說，建立氧化學說。

- ② 內容：化學反應前後，反應前各物質質量總和與反應後各物質質量總和必相等。
- ③ 例外：不適用核反應。

(2) 定比定律 (law of definite proportion)：又稱定組成定律。

- ① 提出者：西元 1799 年，法國化學家普勞斯特 (J. L. Proust)。
- ② 內容：針對單一化合物，化合物無論如何製得，其組成的元素間皆具有一定的質量比，原子之間其質量比為固定時，亦表示個數比也為定值。

(3) 倍比定律 (law of multiple proportions)：

- ① 提出者：西元 1804 年，英國科學家道耳頓 (John Dalton) 所提出。
- ② 內容：針對多種化合物，當相同二元素可生成二種或多種化合物時，當其一元素的質量相等，則另一元素的質量必為簡單整數比。

③ 說明：

① H_2O 、 H_2O_2 當固定 H 的個數時，則 O 的質量比 $(8 : 16) =$ 個數比 $(\frac{1}{2} : 1) = 1 : 2$ 。

| 質量比 | H | O | 個數比 | H | O |
|------------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| H_2O | $\frac{2}{2} = 1$ | $\frac{16}{2} = 8$ | H_2O | $\frac{2}{2} = 1$ | $\frac{1}{2}$ |
| H_2O_2 | $\frac{2}{2} = 1$ | $\frac{32}{2} = 16$ | H_2O_2 | $\frac{2}{2} = 1$ | $\frac{2}{2} = 1$ |

② 倍比定律亦可證明同一原子可具有多重價數，例如： NO 及 NO_2 ，其中 O 的價數固定為 -2 時，可發現 N 的價數分別為 $+2$ 及 $+4$ 。

③ 倍比定律無法解釋以下項目：

| 項目 | 舉例 |
|-------------|---|
| 不同元素組合的化合物 | CO_2 、 NO_2 |
| 多種元素組合的化合物 | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5$ |
| 離子 | SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} |
| 分子式不同，實驗式相同 | C_6H_6 、 C_2H_2 兩者實驗式皆為 CH |

2. 原子說的內容與現今不符之處：

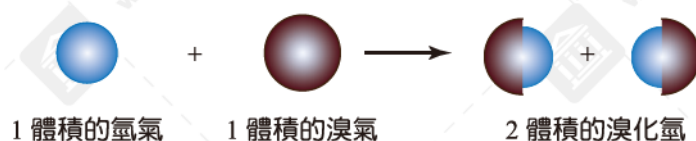
| 原子說內容 | 與現今不符之處 |
|---|--|
| 一切物質都由原子所組成，原子為不可分割的基本粒子 | 原子可再分割成電子、質子、中子、夸克等更小的粒子 |
| 相同元素的原子，具有相同的質量及性質，不同元素的原子質量和性質不同 | (1) 同位素（質子數相同、中子數不同）的原子質量會不同 例 氫 (^1H) 原子質量為 1.0078 amu 重氫 (^2H) 原子質量為 2.0141 amu (2) 同量素（不同元素）的質量會相等 例 銅和鋅其質量數皆為 65 |
| 不同元素的原子，能以簡單的整數比，結合成各種不同的化合物 | 有晶格缺陷時，原子的組成比例非簡單整數比 |
| 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，則反應前後原子不滅，係指化學反應前後，原子的種類及數目不變，僅原子重新排列組合 | 核反應不適用原子不滅 |

重點 3 分子說

1. 分子說的基本定律：

(1) 氣體反應體積定律：又稱氣體化合體積定律。

- ① 提出者：西元 1808 年，法國化學家給呂薩克 (J. L. Gay-Lussac)。
- ② 內容：同溫 (T)、同壓 (P) 下，氣體反應方程式係數比 = 氣體反應體積比。
- ③ 說明：以原子說觀念在解釋氣體生成時，會發生原子切半違反原子說的狀況，故道耳頓原子說無法解釋氣體反應體積定律。



(2) 亞佛加厥定律：

- ① 提出者：西元 1811 年，義大利科學家亞佛加厥所提出。
- ② 內容：氣體反應時，在同溫 (T)、同壓 (P)、同體積 (V) 下，則莫耳數 (n) 相同。

2. 分子說的內容：

(1) 具有物質特性的最小基本粒子稱分子。

註 氣體的組成為分子。

(2) 分子由原子組成，分子中所含原子必為整數。

(3) 分子之性質由其組成原子之種類、數目及排列而決定。

- ① HCl 與 NaCl 組成元素種類不同。
- ② CO 與 CO₂ 組成元素數目不同。
- ③ 乙醇 (C₂H₅OH) 與二甲醚 (CH₃OCH₃) 排列不同。

重點 4 釐清四同

1. 同位素：

(1) 定義：具有相同原子序（質子數），但中子數不同者。

(2) 舉例：

① 氫有 ${}^1_1\text{H}$ （氕）、 ${}^2_1\text{H}$ （氘）、 ${}^3_1\text{H}$ （氚）。

② 鈾有 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 。

2. 同素異形體（同素異性體）：

(1) 定義：由相同原子、相同元素所構成的物質，其形態與性質皆不同。

(2) 舉例：

① 氧 (O)：氧 (O_2)、臭氧 (O_3)。

② 碳 (C)：石墨、金剛石、碳 60、奈米碳管、石墨烯。

註 碳 60 又名富勒烯、巴克球、足球烯、芙。

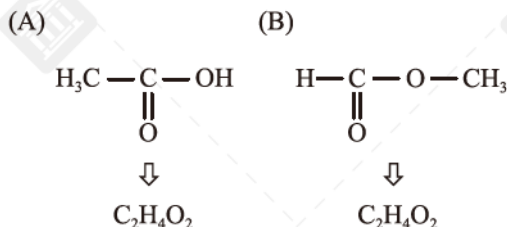
③ 磷 (P)：白磷（黃磷）、赤磷（紅磷）、黑磷。

④ 硫 (S)：斜方硫、單斜硫、彈性硫。

3. 同分異構物：

(1) 定義：分子式相同，但結構式不同，一般較常使用在有機化合物。

(2) 舉例：乙酸 (CH_3COOH)、甲酸甲酯 (HCOOCH_3) 其分子式為 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 。

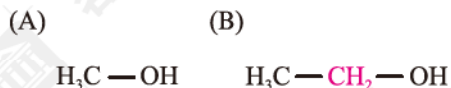


▲ 圖 同分異構物：(A) 乙酸；(B) 甲酸甲酯

4. 同系物：

(1) 定義：有機官能基相同，分子式相差 $(\text{CH}_2)_n$ 者稱之。

(2) 舉例：甲醇 (CH_3OH)、乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 皆具有羥基 ($-\text{OH}$)，但兩者分子式相差 (CH_2) 。



▲ 圖 同系物：(A) 甲醇；(B) 乙醇

名師精選題

考點分析 定比定律

1 燃燒 0.25 克的 H_2 ，可得水 2.25 克，又以過量的 H_2 還原 1.592 克的氧化銅，可得銅 1.272 克及水若干克？

(A) 0.25 (B) 0.32 (C) 0.36 (D) 0.72

解

解題策略

分析條件 ① 之元素比例 ($H_2O : O$)，再破解條件 ② 之元素比例。

類題 1 某金屬 1.00 克在空氣中加熱後變成金屬氧化物 1.25 克，若從此金屬氧化物 1.00 克還原，可得到金屬若干克？

(A) 0.25 (B) 0.50 (C) 0.80 (D) 1.25

解

類題 2 銅 1.27 克在空氣中加熱可得氧化銅 1.59 克，另取銅 1 克溶於濃硫酸中，再加 $NaOH$ 生成 $Cu(OH)_2$ ，再將氫氧化銅加熱變成氧化銅，若實驗誤差不計，氧化銅重量為 1.25 克。此實驗可說明何種定律？

(A) 質量守恆定律 (B) 定比定律 (C) 亞佛加厥定律 (D) 倍比定律

解

考點分析 倍比定律

2 下列何組物質可用來說明倍比定律？

- (A) O_2 、 O_3 (B) 1H 、 2H (C) 水、雙氧水
(D) PCl_3 、 PCl_5 (E) C_2H_4O 、 $C_2H_4O_2$ (F) C_2H_2 、 C_6H_6

解

類題 1 下列何組物質，可說明倍比定律？

- (A) O_2 、 O_3 (B) CH_4 、 C_2H_6 (C) CH_3OCH_3 、 C_2H_5OH
(D) CO_2 、 H_2O (E) NO_2 、 N_2O_4

解

3 化合物甲、乙中均只含 X、Y 二元素，甲 4.0 克中含 X 1.5 克，而乙 16.5 克中含 X 9.0 克。若甲的化學式為 XY_2 ，則乙化學式可能為何？

- (A) XY (B) X_2Y (C) XY_3 (D) X_2Y_5

解

類題 1 某化合物甲 (A_2B_3) 15 克經分析，其中 B 占有 4.5 克，另一由 A、B 組成的化合物乙中 B 的重量百分組成為 16%，則乙之化學式為：

- (A) AB_2 (B) A_3B_2 (C) A_2B (D) AB

解

解題策略

倍比定律指兩元素組成之多種化合物，當固定其一時，另一成簡單整數比。

解題策略

倍比定律指兩元素組成之多種化合物，善用九宮格法以固定其一，另一推得簡單整數比。

考點分析 氣體反應體積定律

- 4 1000 mL 的 O_2 通過臭氧發生器後，變為同狀況下氣體 800 mL，則下列敘述何者正確？
(A) 反應方程式 $3O_2 \rightarrow 2O_3$ (B) 生成臭氧 600 mL
(C) 剩下氧 200 mL (D) 有 80% 的氧變成臭氧
(E) 反應後，容器中氣體平均分子量 40

解

解題策略

有反應則需寫方程式，再利用係數比例法求解。

類題 1 等體積的一氧化碳和空氣的混合氣體，通過電火花後，使 O_2 與 CO 完全化合成 CO_2 ，問在同狀況下，體積減少百分率 (%) 為？

- (A) 5 (B) 80 (C) 10 (D) 12

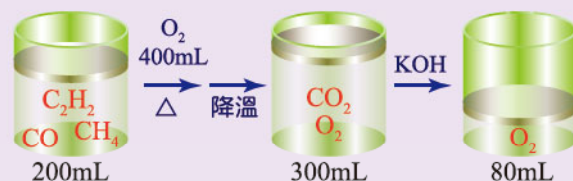
解

- 5 在 25 °C、1 atm 下，含 CH₄、CO 及 C₂H₂ 的混合氣體 200 mL 與同溫、同壓的 O₂ 400 mL，在一可變容積的真空容器內混合均勻。經點火使可燃氣體完全燃燒後再使系統回復至原狀況，混合氣體的體積變為 300 mL，將此混合氣體通過 KOH 的濃溶液後，其體積再減小為 80 mL。則 CH₄、CO 及 C₂H₂ 的體積分別為何？

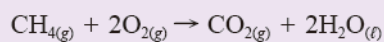
解

解題策略

1° 文字敘述轉圖形。



2° 有反應則列反應式。



3° 常溫水可忽略。

- 類題 1** 常態下某甲烷、氫氣及氮氣之混合氣體共 10 公升，與 80 公升之氧氣充分混合並點火燃燒後，再降回常溫時，則體積變為 74 公升。又將剩餘之混合氣體通過強鹼 KOH 以吸收二氧化碳，結果體積降為 69 公升，則混合氣體中氮氣體積為幾公升？

(A) 1 (B) 3 (C) 5 (D) 7

解

主題 1 酸鹼反應

重點 1 酸鹼學說

1. 阿瑞尼斯酸鹼（僅限水溶液）：為絕對酸鹼。

| | 阿瑞尼斯酸 | | 阿瑞尼斯鹼 | |
|----|---|---|---|---------------------|
| 定義 | 在水中，可解離產生 H^+ 例 非金屬氧化物 \rightarrow 溶於水成酸性 | | 在水中，可解離產生 OH^- 例 IA、IIA 金屬氧化物 \rightarrow 溶於水成鹼性 | |
| 特性 | 1. 具酸味 2. 可導電為電解質 3. $pH < 7$ 能使石蕊試紙變紅 4. 與氧化電位大於零的金屬反應產生 $H_{2(g)}$ | | 1. 具滑膩感 2. 可導電為電解質 3. $pH > 7$ 能使石蕊試紙變藍 4. 可與兩性金屬反應產生氫氣 ($H_{2(g)}$) | |
| 分類 | 強酸 (完全解離) | 弱酸 (部分解離) | 強鹼 (完全解離) | 弱鹼 (部分解離) |
| 實例 | $HClO_4$ 、 HI 、 HBr 、 HCl 、 HNO_3 、 H_2SO_4 、 $HMnO_4$ | CH_3COOH 、 H_3PO_4 、 H_2CO_3 、 H_2S | $NaOH$ 、 KOH 、 $Ca(OH)_2$ 、 $Sr(OH)_2$ 、 $Ba(OH)_2$ | NH_3 、 $Mg(OH)_2$ |

說明

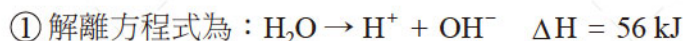
- 氧化電位大小：鋰 $>$ 鉀 $>$ 鈉 $>$ 鎂 $>$ 鋁 $>$ 錳 $>$ 鋅 $>$ 鈷 $>$ 鐵 $>$ 鈷 $>$ 鎳 $>$ 錫 $>$ 鉛 $>$ 錒 $>$ 銅 $>$ 汞 $>$ 銀 $>$ 鉑 $>$ 金。
- 兩性金屬：錫 (Sn)、鈹 (Be)、鉻 (Cr)、鋁 (Al)、鉛 (Pb)、鋅 (Zn)、鎵 (Ga)。

- 依阿瑞尼斯酸鹼定義，可分類成酸性、鹼性、中性。
- 酸鹼中和定義為： HA (酸) + BOH (鹼) \rightarrow 鹽 + H_2O



4. 水之解離：

(1) 水為極弱的電解質，解離過程為吸熱反應。



② 於 25°C 時，純水的 $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$

(2) 水的離子積常數 (K_w)：亦稱為離子濃度積。

① 指水溶液中 $[\text{H}^+]$ 與 $[\text{OH}^-]$ 的乘積， K_w 亦為平衡常數的一種。

② 於 25°C 時， $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ M}^2$

③ 離子濃度積隨溫度升高而增大。

重點 2 酸鹼性判定

1. 以 pH、pOH 分別表示 $[\text{H}^+]$ 及 $[\text{OH}^-]$ ，即可代表酸鹼值，其值可為 0、 < 0 、 > 14 。

(1) pH： $\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} = -\log[\text{H}^+]$

(2) pOH： $\text{pOH} = \log \frac{1}{[\text{OH}^-]} = -\log[\text{OH}^-]$

(3) 濃度與酸鹼值關係：當 $[\text{H}^+] = a \times 10^{-b}$ ，則 $\text{pH} = b - \log a$

例 $[\text{H}^+] < 10^{-7} \rightarrow \text{pH} > 7 \quad \text{pOH} < 7$

2. 純水酸鹼值與溫度的關係：溫度上升，中性點下降。

| 溫度 | 濃度 | 酸鹼值 |
|----------------------|--|------------------------------|
| $> 25^\circ\text{C}$ | $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] > 10^{-7}$ | $\text{pH} = \text{pOH} < 7$ |
| 25°C | $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ | $\text{pH} = \text{pOH} = 7$ |
| $< 25^\circ\text{C}$ | $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] < 10^{-7}$ | $\text{pH} = \text{pOH} > 7$ |

重點 3 酸鹼命名

1. 酸之命名：

| | 命名原則 | 舉例 | | | |
|--------------|--|--|---|---|---|
| 非含氧酸 (氫酸) | 某化氫 _(g) | HCl _(g) (氯化氫)、H ₂ S _(g) (硫化氫)、 HCN _(g) (氰化氫) | | | |
| | 氫某酸 _(aq) | HCl _(aq) (氫氯酸)、H ₂ S _(aq) (氫硫酸)、 HCN _(aq) (氫氰酸) | | | |
| 含氧酸 | 過某酸 | 過氯酸 HClO ₄ +7 | | | 過錳酸 HMnO ₄ +7 |
| | (正)某酸 | 氯酸 HClO ₃ +5 | 硫酸 H ₂ SO ₄ +6 | 磷酸 H ₃ PO ₄ +5 | 錳酸 H ₂ MnO ₄ +6 |
| | 亞某酸 | 亞氯酸 HClO ₂ +3 | 亞硫酸 H ₂ SO ₃ +4 | 亞磷酸 H ₃ PO ₃ +3 | |
| | 次某酸 | 次氯酸 HClO +1 | | 次磷酸 H ₃ PO ₂ +1 | |
| 脫氧酸 | 偏某酸 (n 分子酸 $\xrightarrow{\text{脫除}}$ n 分子水) | nH ₃ PO ₄ → (HPO ₃) _n (偏磷酸) + nH ₂ O 3H ₃ PO ₄ → (HPO ₃) ₃ (三偏磷酸) + 3H ₂ O | | | |
| | 焦某酸 (2 分子酸 $\xrightarrow{\text{脫除}}$ 1 分子水) | 2H ₃ PO ₄ → H ₄ P ₂ O ₇ (焦磷酸) + H ₂ O 2H ₂ SO ₃ → H ₂ S ₂ O ₅ (焦亞硫酸) + H ₂ O | | | |
| | 聚某酸 (n 分子酸 $\xrightarrow{\text{脫除}}$ n - 1 分子水) | 3H ₃ PO ₄ → H ₅ P ₃ O ₁₀ (三聚磷酸) + 2H ₂ O 5H ₃ PO ₄ → H ₇ P ₅ O ₁₆ (五聚磷酸) + 4H ₂ O | | | |
| | 酸酐 (酸中可游離之 H ⁺ 完全脫水) | H ₂ SO ₄ → SO ₃ (硫酸酐) + H ₂ O 4H ₃ PO ₄ → P ₄ O ₁₀ (磷酸酐) + 6H ₂ O | | | |

2. 鹼之命名：

(1) 金屬氫氧化物稱「氫氧化某」。

例 氫氧化鈉 (NaOH)、氫氧化鈣 (Ca(OH)₂)、氫氧化鋁 (Al(OH)₃)。

(2) 金屬具有兩種不同氧化數時，較高氧化數者稱氫氧化某，較低氧化數者稱氫氧化亞某。

》主題 1 基本粒子與原子模型

重點 1 原子結構發展史

西元 1803 年

道耳頓

- ➔ 原子不可分割。
- ➔ 原子為組成物質最小單位。

西元 1833 年

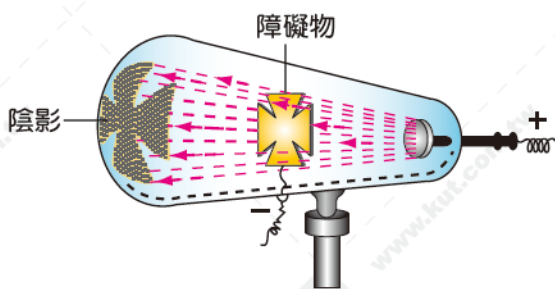
法拉第

- ➔ 法拉第電解定律：證明原子可帶電。

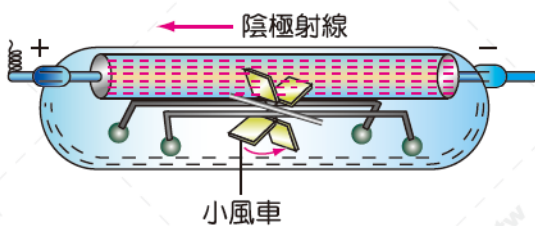
西元 1841 年

克魯克斯

- ➔ 克魯克斯管亦為陰極射線管。
- ➔ 陰極射線具有直線前進、動量的特性。



▲ 圖 直線前進：遇障礙物形成陰影

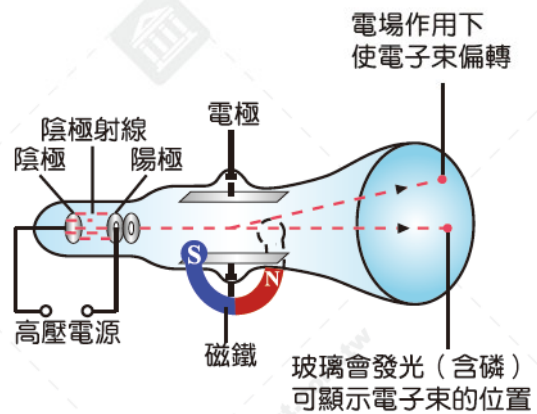


▲ 圖 具有動量：可使風車轉動

西元 1897 年

J.J 湯姆森

- ➔ 由陰極射線實驗證明電子存在。
- ➔ 獲得荷質比 (e/m) 為 $1.759 \times 10^8 \text{ coul/g}$ 。

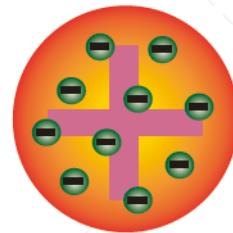


▲ 圖 陰極射線實驗

西元 1903 年

J.J 湯姆森

- ➔ 提出葡萄乾麵包模型，又為西瓜模型。



▲ 圖 葡萄乾麵包模型

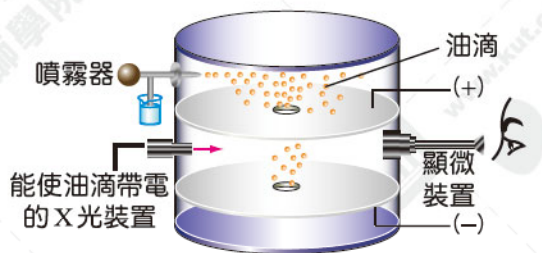
說明

1. 原子內有電子及帶正電部分。
2. 正電荷均勻分布，電子散布原子內部。
3. 正負電荷等量維持電中性。
4. 電子質量極小，所占空間極小。

西元 1909 年

密立坎

- ⇒ 油滴實驗：測得電子電量。
- ⇒ 電子所帶電量為 1.602×10^{-19} 庫侖。
- ⇒ 電子質量應為 9.11×10^{-28} 公克。

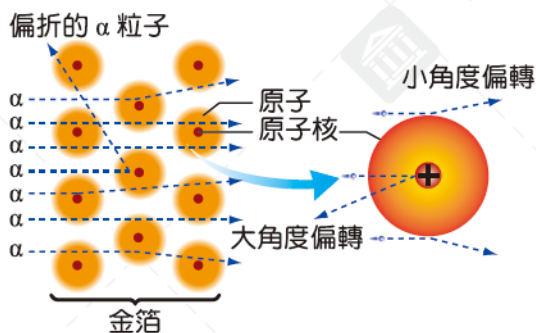


▲ 圖 油滴實驗

西元 1909 年

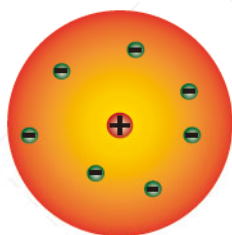
拉塞福

- ⇒ α 粒子撞擊金箔散射實驗：發現原子內部質量並非均勻分布，推翻葡萄乾麵包模型。



▲ 圖 α 粒子撞擊金箔

- ⇒ 推得行星模型（拉塞福模型）：電子以圓周運動繞原子核運轉，原子核質量大體積小且帶正電。



▲ 圖 行星模型

西元 1913 年

J.J 湯姆森

- ⇒ 藉由阿斯通的質譜儀，發現同位素，第一個被發現的同位素為氦。
- ⇒ 並推論尚有一種中性的粒子。

西元 1919 年

拉塞福

- ⇒ 首次利用人工方法，使原子核分裂。
- ⇒ α 粒子撞擊氮原子核：發現質子 (${}^1_1\text{P}$)
 ${}^{14}_7\text{N}(\alpha, p) {}^{17}_8\text{O}$ 或 ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{P}$

說明

符號說明： ${}^{14}_7\text{N}(\alpha, p) {}^{17}_8\text{O}$ ，即指 A(a, b) B

⇒ 意即以 A 核為靶，選擇 a 粒子入射，反應後形成 B 核並放出 b。

西元 1932 年

查兌克

- ⇒ α 粒子撞擊鈹原子核：發現中子 (${}^1_0\text{n}$)。
 ${}^9_4\text{Be}(\alpha, n) {}^{12}_6\text{C}$ 或 ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$

西元 1964 年

蓋爾曼

- ⇒ 提出夸克 (quark) 理論：指質子與中子各是由更小的夸克所組成。
- ⇒ 夸克與電子為基本粒子。

1. 原子結構之整理表：

| 年分 | 提出者 | 事證 |
|------|-----|-----------------------------|
| 1803 | 道耳頓 | 原子不可分割，原子為組成物質最小單位 |
| 1833 | 法拉第 | 法拉第電解定律 —— 證明原子可帶電 |
| 1897 | 湯姆森 | 陰極射線 —— 證明電子存在，並獲得荷質比 (e/m) |
| 1909 | 密立坎 | 油滴實驗 —— 測得電子電量 |
| 1909 | 拉塞福 | α 粒子散射實驗 —— 證實原子模型 |
| 1919 | 拉塞福 | α 粒子撞擊氮原子核 —— 發現質子 |
| 1932 | 查兌克 | α 粒子撞擊鈹原子核 —— 發現中子 |

2. 原子模型之演變：

| 年分 | 原子模型理論 (提出者) | 失敗之處 |
|------|-----------------|----------------------|
| 1803 | 原子模型 (道耳頓) | 後續發現電子、質子、中子 |
| 1897 | 葡萄乾麵包模型 (湯姆森) | 正電荷非在原子中均勻分布 |
| 1911 | 行星模型 (拉塞福) | 違反電磁理論，無法解釋氫原子的不連續光譜 |
| 1912 | 氫原子模型 (波耳) | 無法解釋多電子系統的光譜 |
| 1927 | 電子雲模型 (薛丁格、海森堡) | |

重點 2 原子結構介紹

| | 電子 | 原子核 | |
|----------|---------------------------------------|---|---|
| | | 質子 | 中子 |
| 代號 | e 或 ${}^0_{-1}\text{e}$ | ${}^1_1\text{p}$ 或 ${}^1_1\text{H}$ | n 或 ${}^1_0\text{n}$ |
| 發現者 (實驗) | 1897 年 湯姆森 (陰極射線) | 1919 年 拉塞福 (${}^{14}_7\text{N}(\alpha, \text{p}) {}^{17}_8\text{O}$) | 1932 年 查兌克 (${}^9_4\text{Be}(\alpha, \text{n}) {}^{12}_6\text{C}$) |
| 質量 | $9.11 \times 10^{-28} \text{ g}$ | $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ | $1.675 \times 10^{-24} \text{ g}$ |
| 大小 | | $10^{-15} \sim 10^{-14} \text{ m}$ | |
| | | 10^{-10} m | |
| 電性 | 負電 | 正電 | 不帶電 |
| 電量 | $-1.602 \times 10^{-19} \text{ coul}$ | $+1.602 \times 10^{-19} \text{ coul}$ | 0 |

探究攻略

一、探究與實作

| | |
|-------------|---|
| 提取過去經驗 | 由於探究與實作的實驗題基本上都是非課堂實驗，因此要用過去累積的實驗經驗加上題幹說明、圖表線索推得線索。 |
| 整理、歸納、分析、推論 | 獲取線索後，需判斷合理性，捨去不合理（誤差大）的數據，再依題目要求推論結果。 ※ 若為繪圖題，需標示坐標，留意單位，選取適當的坐標間格，圖形要符合題目所問。 |
| 發揮聯想力 | 由現有具備的學科能力，去判斷需運用哪些學科概念進行數據運算或利用學科能力去判斷正確性。 |

二、素養閱讀題

| | |
|--------|--|
| 掌握題目所問 | 閱讀題多半與時事、科普進行情境鋪陳，其題幹內容亦會出現諸多未學習過的名詞，但只要掌握題目所問，掌握學科能力即能找到相關答案。 |
| 累積經驗值 | 平常要閱讀大量的題目並留意科學時事及科學新知，累積閱讀的經驗值並可提升自我的閱讀速度。 |
| 搜尋關鍵字 | 由現有具備的學科能力，去判斷需運用哪些學科概念進行數據運算或利用學科能力去判斷正確性。 |

三、尋找變因及條件

(1) 實驗組與對照組。

| | |
|-----|----------------|
| 實驗組 | 會依據實驗目的改變變因的對象 |
| 對照組 | 條件不會更動 |

(2) 由相關實驗數據中，判斷控制變因、操縱變因及應變變因。

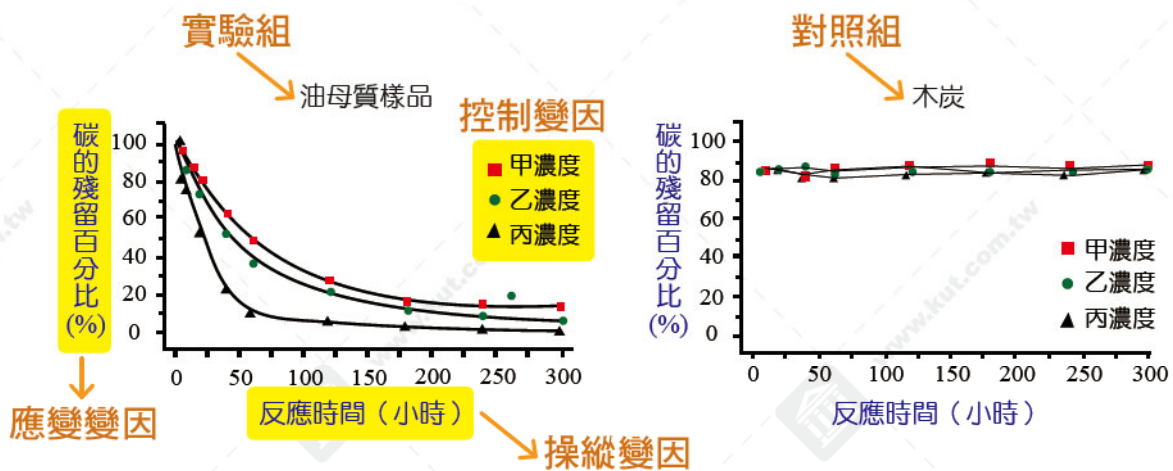
| | |
|------|---------------------------|
| 控制變因 | 在實驗過程中，保持不變的實驗因素 → 通常不只一個 |
| 操縱變因 | 依實驗目的而改變的實驗因素 → 通常只有一個 |
| 應變變因 | 實驗的結果 → 只會有一個 |

四、實例說明

黑碳是指生質或化石燃料經不完全燃燒形成的產物，可經過幾千年到幾百萬年，不易分解。小芊想測量古地質樣品中的黑碳，老師告訴小芊，樣品中還有許多含碳物質，如動植物殘骸、化石燃料及油母質等，會影響黑碳含量的評估，因此必須先分離出不是屬於黑碳的碳質。油母質是指動植物遺骸（通常是藻類或木質植物）在地下深處被細菌分解，除去醣類、脂肪酸及胺基酸後，殘留下不溶於有機溶劑的高分子聚合物。

由文獻得知，以油母質與木炭做為實驗樣品，在酸性環境下，使用甲、乙、丙三種不同濃度的二鉻酸 ($H_2Cr_2O_7$) 進行反應，得不同的反應時間點下，碳的殘留百分比，如圖根據上文與實驗結果，回答下列問題。

【111 學測】



上圖顯示油母質與木炭樣品分別與二鉻酸溶液反應，得碳的殘留百分比不同。

下列關於實驗結果與推論的敘述，
哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 油母質中的碳質相較木炭中的碳質的分子量大
- (B) 油母質中的碳質顆粒較小，木炭中的碳質顆粒較大
- (C) 油母質中碳的殘留百分比較木炭為低，是因油母質較易與二鉻酸溶液反應
- (D) 油母質中的碳質比木炭中的碳質容易被還原
- (E) 木炭中碳的殘留百分比，不因二鉻酸溶液濃度的不同而有明顯差異

實驗過程並未提到分子量、顆粒大小，不可憑空推斷實驗結果

由圖形趨勢判斷選項合理性

》 攻略一：探究與實作

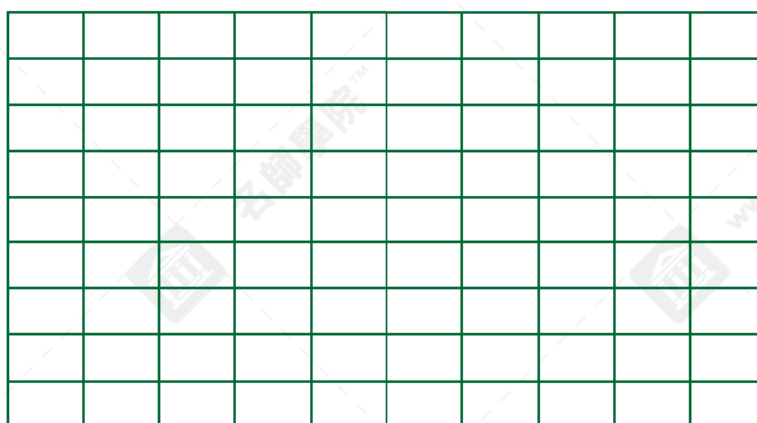
探究與實作 1

王同學欲以實驗測定金屬的原子量，請李老師指導。李老師給王同學一瓶未貼標籤的常見金屬粉末，建議王同學以氧化法，測定該金屬的原子量。王同學做實驗，每次以坩堝稱取一定量的金屬，強熱使其完全氧化，冷卻後再稱其重，扣除坩堝重後，可得該金屬氧化物的質量。王同學重複做了十多次實驗，就所得的實驗數據與李老師討論後，選取了較有把握的六次實驗，其數據如下表：

| | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| 金屬粉末的質量 (g) | 0.10 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 |
| 金屬氧化物的質量 (g) | 0.17 | 0.91 | 1.13 | 1.29 | 1.50 | 1.64 |

根據表的實驗數據，回答下列問題：

1. 在方格紙上以金屬粉末的質量為橫軸（即 x 軸）作圖。



2. 利用圖形推出該金屬原子量與氧化數的比值關係（取平均值）。
3. 利用週期表（如下）找出該金屬大約原子量。

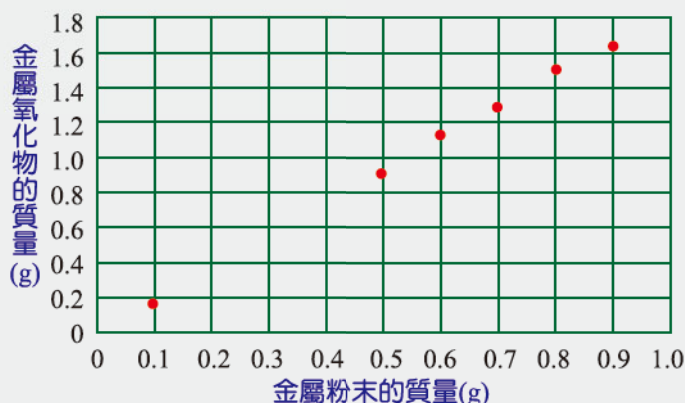
| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| H 1.008 | | | | | | | | He 4.003 |
| Li 6.941 | Be 9.012 | | B 10.81 | C 12.01 | N 14.01 | O 16.00 | F 19.00 | Ne 20.18 |
| Na 22.99 | Mg 24.31 | | Al 26.98 | Si 28.09 | P 30.97 | S 32.07 | Cl 35.45 | Ar 39.95 |
| K 39.10 | Ca 40.08 | | Ga 69.72 | Ge 72.64 | As 74.92 | Se 78.96 | Br 79.90 | Kr 83.80 |

4. 寫出該金屬氧化物的化學式。

解題策略

1. 題目僅要求 x 軸為金屬粉末的質量，故 y 軸放金屬氧化物的質量或金屬氧化物中氧的質量皆可。
2. 作圖題 x、y 軸之坐標、單位需標示清楚，並選用適當的間格作圖。
3. 實驗必有誤差，計算需排除最大誤差。

解 1. 以金屬粉末的質量為橫軸（即 x 軸），金屬氧化物的質量為縱軸（即 y 軸），並依照表格內資料標示在方格紙上，如下圖。



2. 由定比定律可知來源不同，組成相同，必成固定質量比，且莫耳數比 = 個數比
假設金屬為 M^{n+} 其氧化物為 M_2O_n ，金屬分子量為 x

$$\frac{0.1}{x} : \frac{0.17 - 0.1}{x} = 2 : n \Rightarrow \frac{x}{n} = 11 \text{ 以此推出其餘次數的比例，如下表：}$$

| | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|
| 金屬粉末的質量 (g) | 0.10 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 |
| 金屬氧化物的質量 (g) | 0.17 | 0.91 | 1.13 | 1.29 | 1.50 | 1.64 |
| 金屬氧化物中氧的質量 (g) | 0.07 | 0.41 | 0.53 | 0.59 | 0.7 | 0.74 |
| $\frac{x(\text{金屬分子量})}{n(\text{金屬氧化數})}$ | 11 | 9.8 | 9.1 | 9.5 | 9.1 | 9.7 |

金屬原子量與氧化數的比值關係為 $\frac{9.8 + 9.1 + 9.5 + 9.1 + 9.7}{5} = 9.44$ （與其他組數字相比，需刪除第一組數字，因此此題由算式取平均值，而非由圖上線段求出）

3. 令 $n = 1$ 時， $\frac{x(\text{金屬分子量})}{1} = 9.44 \Rightarrow x = 9.44 \Rightarrow$ 符合的為 Be，但氧化數不合

- 令 $n = 2$ 時， $\frac{x(\text{金屬分子量})}{2} = 9.44 \Rightarrow x = 18.88 \Rightarrow$ 無符合的金屬

- 令 $n = 3$ 時， $\frac{x(\text{金屬分子量})}{3} = 9.44 \Rightarrow x = 28.32 \Rightarrow$ 最接近的金屬為 Al，由週期表可知，分子量約為 27

4. M_2O_n 由上可知，M 為 Al，n 為 3，故可得 Al_2O_3 。

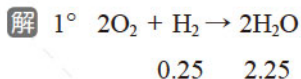
第一單元 主題 1 古典定律

題目頁碼

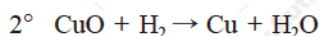
名師精選題 詳解

15 考點分析 定比定律

1 答 (C)



質量比 $\Rightarrow \text{H}_2\text{O} : \text{H}_2 : \text{O} = 2.25 : 0.25 : (2.25 - 0.25) = 9 : 1 : 8$



 1.592 1.272

CuO 中 O 占的量 $\Rightarrow \text{O} = 1.592 - 1.272 = 0.32$ 克

由 1° 可知 $\text{H}_2\text{O} : \text{H}_2 : \text{O} = 9 : 1 : 8$ ，故 $\text{H}_2\text{O} : \text{O} = 9 : 8 = x : 0.32$ $x = 0.36$ 克

選 (C)。

類題 1

答 (C)

解 1° 某金屬 : 氧 : 金屬氧化物 = $1 : (1.25 - 1) : 1.25 = 1 : 0.25 : 1.25 = 4 : 1 : 5$

2° 金屬氧化物若改成 1 克，則：某金屬 : 金屬氧化物 = $4 : 5 = x : 1$ $x = 0.8$

類題 2

答 (B)

解 1° $\text{Cu} : \text{O} : \text{CuO} = 1.27 : (1.59 - 1.27) : 1.59 = 1.27 : 0.32 : 1.59 \approx 4 : 1 : 5$

2° $\text{Cu} : \text{O} : \text{CuO} = 1 : x : 1.25 = 4 : 1 : 5$ $x = 0.25$

$\text{CuO} - \text{Cu} = 1.25 - 1 = 0.25$ 符合定比定律，選 (B)。

16 考點分析 倍比定律

2 答 (D)

解 (A) 同素異形體；(B) 倍比定律無法解釋同位素；(C) 雙氧水為過氧化氫 (H_2O_2) 與水的混合液；(E) 多原子組成之化合物無法用倍比定律解釋；(F) 分子式不同，實驗式相同者，無法用倍比定律解釋，故選 (D)。

類題 1

答 (B)

解 (A) 非化合物，不可用倍比定律解釋；(C)(E) 兩者的實驗式相同，不可用倍比定律解釋；(D) 非同原子組成之多種化合物，不可用倍比定律解釋。故選 (B)。

16 3 答 (A)

解

| | X | Y | | X | Y | |
|---|-----|------------------|------|----------|-----------------------|--------------------------------------|
| 甲 | 1.5 | $4 - 1.5 = 2.5$ | 固定 X | 甲 XY_2 | $\frac{1.5}{1.5} = 1$ | $\frac{2.5}{1.5}$ |
| 乙 | 9 | $16.5 - 9 = 7.5$ | | 乙 XY_a | $\frac{9}{9} = 1$ | $\frac{16.5 - 9}{9} = \frac{7.5}{9}$ |

$$\frac{2.5}{1.5} : \frac{7.5}{9} = 2 : a \quad a = 1$$

故可知乙為 XY ，選 (A)。

類題 1

答 (B)

解

| | A | B | | A | B | |
|---|-------------------|-----|------|------------|----|----|
| 甲 | $15 - 4.5 = 10.5$ | 4.5 | 固定 A | 甲 A_2B_3 | 84 | 36 |
| 乙 | $100 - 16 = 84$ | 16 | | 乙 A_2B_n | 84 | 16 |

B 的個數比 $3 : n = 36 : 16 \quad n = \frac{4}{3}$ 故 A_2B_n 應為 $A_6B_4 = A_3B_2$ ，選 (B)。

17 考點分析 氣體反應體積定律

4 答 (A)(E)

解 (方法一)

係數比例法：利用總體積的變化，可求反應變化量。

∵由反應方程式可知，消耗 3 份體積，可產生 2 份體積，因此總體積只減少 1 份

∴由題目可知體積減少 200 mL ($1000 - 800 = 200$)

| | | | |
|---|-----------------|---------------|----------------|
| | $3O_2$ | \rightarrow | $2O_3$ |
| 初 | 1000 | | |
| 中 | -3×200 | | 2×200 |
| 末 | 400 | | 400 |

(A) 正確；(B) 生成臭氧 $2 \times 200 = 400$ mL；(C) 氧剩下 $1000 - 3 \times 200 = 400$ mL；

(D) $\frac{3 \times 200}{1000} \times 100\% = 60\%$ ；(E) 平均分子量 = $32 \times \frac{400}{400 + 400} + 48 \times \frac{400}{400 + 400} = 40$ ；故選 (A)(E)。

(方法二)

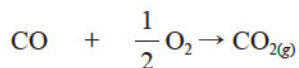
亦可用一般列式的方式得氧的消耗量

| | | | |
|---|------------------------------------|---------------|-----------|
| | $3O_2$ | \rightarrow | $2O_3$ |
| 初 | 1000 | | |
| 中 | $-3x$ | | $+2x$ |
| 末 | $1000 - 3x$ | | $2x$ |
| | $\Rightarrow 1000 - 3x + 2x = 800$ | | $x = 200$ |

類題 1

答 (C)

解 假設 $V_{CO} = V_{air} = V$ ，而空氣中 $V_{O_2} = 0.2$ 、 $V_{N_2} = 0.8$



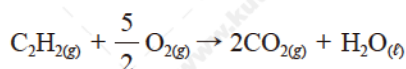
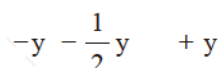
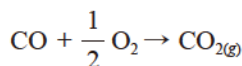
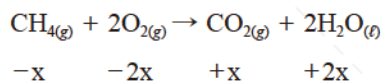
| | | | |
|---|---------|---------|---------|
| 初 | V | $0.2V$ | |
| 中 | $-0.4V$ | $-0.2V$ | $+0.4V$ |
| 末 | $0.6V$ | 0 | $0.4V$ |

$$\Rightarrow V_t = V_{CO} + V_{CO_2} + V_{N_2} = 0.6V + 0.4V + 0.8V = 1.8V$$

$$\text{體積減少率} = \frac{2 - 1.8}{2} \times 100\% = 10\%$$

18 **5** **答** 120 mL、60 mL、20 mL

解 1° 假設 CH_4 為 x ， CO 為 y ， C_2H_2 為 $z = 200 - x - y$



2° 由題目可知反應後之 CO_2 體積為 $300 - 80 = 220$ mL， O_2 被消耗 $400 - 80 = 320$ mL

$$2x + \frac{1}{2}y + \frac{5}{2}(200 - x - y) = 320 \quad \text{①式}$$

$$x + y + 2(200 - x - y) = 220 \quad \text{②式}$$

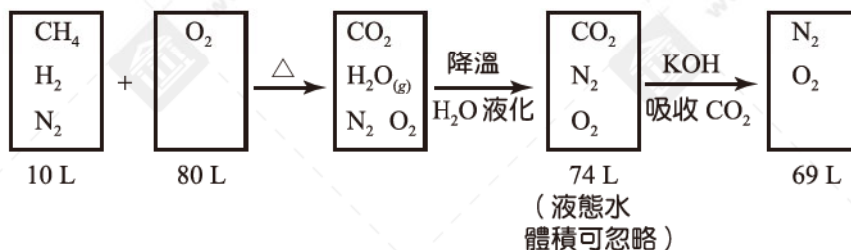
②式整理式子後可得 $x = 180 - y$ 代入 ①式

$$\text{得 } x = CH_4 = 120 \text{ mL} \quad y = CO = 60 \text{ mL} \quad z = C_2H_2 = 20 \text{ mL}$$

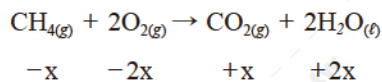
類題 1

答 (A)

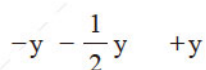
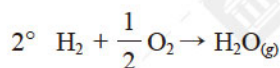
解



1° 假設 CH_4 為 x ， H_2 為 y ， N_2 為 $10 - x - y$



$$\Rightarrow KOH \text{ 主要用於吸收 } CO_2, \text{ 故 } CO_2 \text{ 為 } 74 - 69 = 5 \text{ L} = CH_4 \quad O_2 = 2 \times 5 = 10 \text{ L}$$



\Rightarrow 由 1° 可知 $\text{CH}_4 = x = 5$, $\text{H}_2 = y$, $\text{N}_2 = 10 - x - y = 5 - y$

$$\text{剩餘 O}_2 = 80 - (10 + \frac{1}{2}y)$$

3° 反應最終可知 $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 69 \text{ L}$, 故:

$$(5 - y) + (80 - (10 + \frac{1}{2}y)) = 69 \quad y = 4$$

$\therefore \text{N}_2 = 5 - 4 = 1 \text{ L}$ 故選 (A)。

第一單元 主題 2 原子量與分子量

題目真碼

名師精選題 詳解

22

考點分析 原子量

1 答 (A)(B)(C)

解 描述 1 個粒子所用的單位為 amu, 而描述 1 莫耳粒子所用的單位為克。

(D) 氧有同位素, 故約為 30 ~ 36 amu; (E) 1 克 CO_2 重為 6.02×10^{23} amu, 故選 (A)(B)(C)。

類題 1

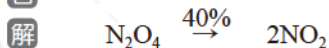
答 (A)

解 (A) ^{16}O 的原子量為 15.9948, 若改訂為 16, 則 ^{12}C 的原子量會大於 12 amu; (B)(C) 非指碳原子, 應為 ^{12}C ; (D) 1 克分子氮 = 1 莫耳氮分子 = $4 \times 6.02 \times 10^{23}$ 個原子, 1 克分子氧 = 1 莫耳氧分子 = $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 個原子; (E) 同位素指質子數相同, 中子數不同, 而平均原子量則為安定同位素原子量 \times 自然界之莫耳分率, 故 ^{16}O 會小於 15.9994。

23

考點分析 分子量

2 答 65.71



初 a

中 $-a \times 0.4 \quad +2a \times 0.4$

末 0.6a 0.8a

$$\text{平均分子量} = 92 \times \frac{0.6a}{0.6a + 0.8a} + 46 \times \frac{0.8a}{0.6a + 0.8a} = 65.71 \quad (\text{另解: } \frac{92}{1.4} = 65.71)$$

類題 1

答 (B)

解 1° B 的平均原子量: $B = 30 \times 55\% + 32 \times 45\% = 30.9$

2° 利用 A 在晶體中之 P%, 求 A 的平均原子量

$$P\% = \frac{A}{A+B} \times 100\% = \frac{A}{A+30.9} \times 100\% = 40\% \quad A = 20.6$$

3° 假設 ^{20}A 為 x, ^{22}A 為 $1-x$

$$20.6 = 20x + 22(1-x) \quad x = 0.7 = 70\%$$