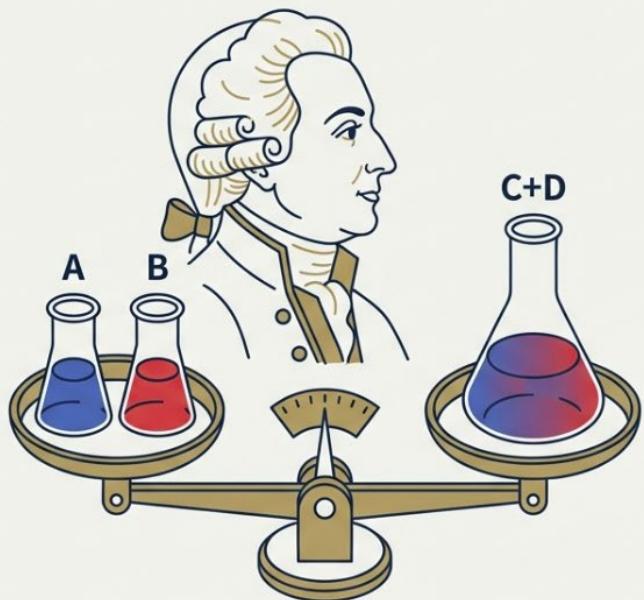


十八世紀的發現：反應前後， 總質量始終保持不變

質量守恆定律 (Law of Conservation of Mass)

由十八世紀科學家 拉瓦節 (Lavoisier) 確立。

核心定義：在化學反應發生前後，參與反應的所有物質的總質量維持恆定，不會憑空增加或減少。



$$\text{Mass (Reactants)} = \text{Mass (Products)}$$

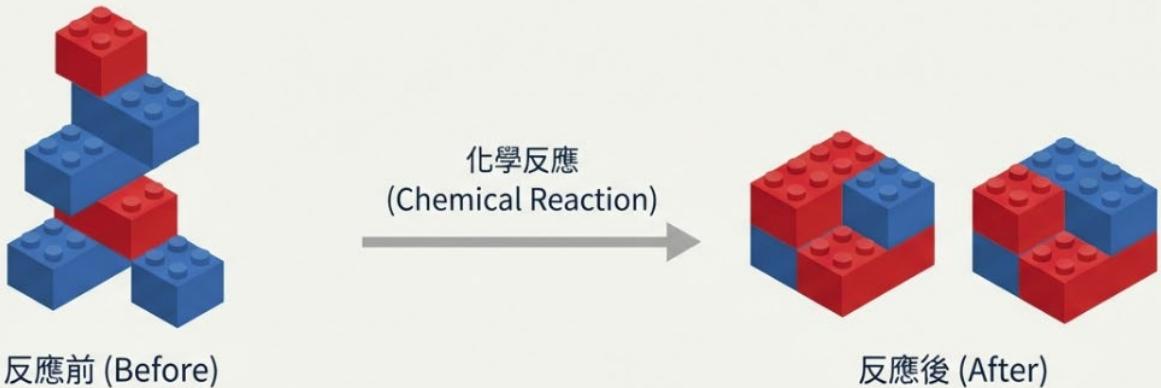
學習目標

1. 掌握道耳頓原子說的四項核心內容。
2. 能以化學反應式與原子個數清單，驗證質量守恆定律。
3. 準確辨析化學反應中「一定不變」、「一定改變」與「不一定改變」的項目。

重點導讀：道耳頓原子說 (Dalton's Atomic Theory)

1. 原子組成觀： 物質由原子組成，原子是最小粒子，不可分割。
2. 原子特性觀： 相同的原子，質量與性質相同；不同的原子，質量與性質則不同。
3. 定比組合觀： 不同的原子能以簡單整數比，化合成化合物。
4. 化學反應觀： 化學變化前後，只是原子重新排列組合成新物質，過程中不會有原子消失，也不會有新原子產生。

化學反應只是拆解與重組，原子的庫存從未改變



- 種類不變：反應前後，原子的元素種類相同。
- 數目不變：反應前後，原子的總數量相同。
- 結論：既然構成物質的基本單元（原子）沒有增減，物質的總質量自然相等。

詳細內容：化學反應前後的變化規範

我們以「甲烷燃燒」與「氫氣燃燒」為例，來拆解反應前後的微觀變化。

1. 一定「不會」改變的（守恆項）

根據道耳頓原子說，原子不會憑空增減。

- 範例反應式： $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

觀察項目	反應前（反應物）	反應後（產物）	結論
原子種類	碳(C)、氫(H)、氧(O)	碳(C)、氫(H)、氧(O)	不變
原子數目	C: 1, H: 4, O: 4	C: 1, H: 4, O: 4	不變
物質總質量	若為 80g	必為 80g	不變

2. 一定「會」改變的（特徵項）

原子排列方式改變，必然產生新物質。

- 範例反應式： 2H_2 （氣體）+ O_2 （氣體） $\rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ （液體）

觀察項目	反應前（反應物）	反應後（產物）	結論
物質種類	氫氣、氧氣	水	改變
分子種類	H_2 分子、 O_2 分子	H_2O 分子	改變
物質性質	具助燃性、可燃性	可用來滅火	改變

3. 「不一定」會改變的（變動項）

這取決於原子的重組方式。

- 分子的總個數：

- 改變範例： $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

(反應前： $2+1 = 3$ 個分子；反應後：2 個分子) → 變少

- 不變範例： $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2 HCl$

(反應前： $1+1 = 2$ 個分子；反應後：2 個分子) → 不變

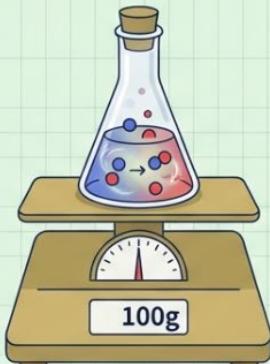
- 物質的狀態：

- 範例： $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ (固體消失，變為氣體)

實驗環境：觀測質量的關鍵

當天平失去平衡：是定律失效，還是系統的問題？

雖然質量守恆是宇宙定律，但在現實實驗中，我們定義了兩種環境：

密閉系統 (Closed System)	開放系統 (Open System)
 <p>物質無法進出，質量不變</p>	 <p>物質自由進出，數值變化</p>

- 封閉系統：物質無進出，測得質量 等於 反應前質量。

- 開放系統：

- 大理石 ($CaCO_3$) + 鹽酸 (HCl)：產生的 CO_2 氣體 逸散，天平變輕。

開放系統案例一：消失的質量去哪了？

案例：大理石加鹽酸 (Marble + Hydrochloric Acid)

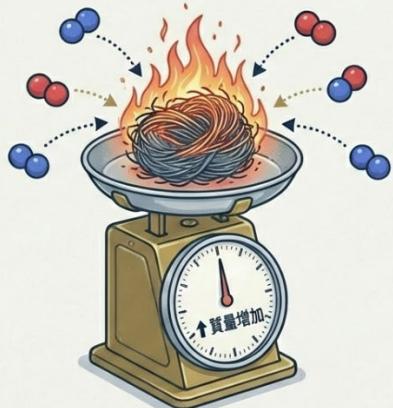


- 觀察：在開放容器中反應後，秤得的質量減少。
- 原因：反應產生了氣體產物。因為容器未加蓋，氣體逸散 (escapes) 到空氣中，未被天平捕捉。

- 鐵 (Fe) + 氧 (O₂)：吸收空氣中的 O₂ 生成鐵鏽，天平變重。

開放系統案例二：無中生有的重量？

案例：鋼絲絨燃燒 (Burning Steel Wool)



- 觀察：在空氣中燃燒後，秤得的質量增加。
- 原因：反應物不僅是鋼絲絨，還包含了空氣中的氧。氧氣參與結合，變成了產物的一部分，增加了固體的重量。

重點：無論天平讀數如何變化，參與反應的全部物質總質量依然守恆。

看似改變，實則恆定：將氣體納入計算

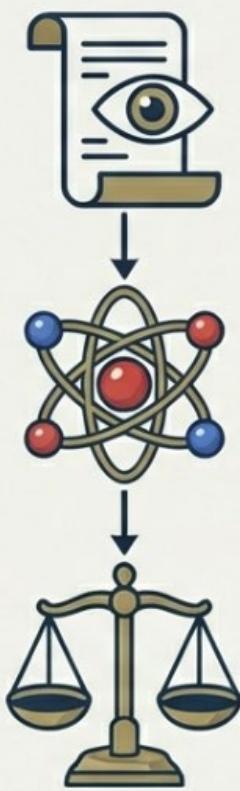
Solution



無論是氣體逸散（質量減少）還是氧氣結合（質量增加），質量守恆定律始終成立。

若我們將參與反應的所有氣體（無論是產物還是反應物）一併收集計算，總質量將完全相等。

質量守恆定律：從定義到實證的完整視角



定義 (Definition)

拉瓦節發現，反應前後總質量不變。

原理 (Principle)

道耳頓原子說指出，這是原子的重新排列組合，數目種類不變。

實證 (Verification)

密閉系統：質量數據不變。

開放系統：需考慮氣體進出，定律依然成立。

隨堂練習

1. 表格填充：

請寫出「木炭 (C) 燃燒生成二氧化碳 (CO₂)」反應前後的原子個數對比：

- 反應式： $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- 反應前：C 原子 ___ 個、O 原子 ___ 個。
- 反應後：C 原子 ___ 個、O 原子 ___ 個。

2. 複選題：

化學反應前後，下列哪些項目「絕對不會」改變？

- (A) 原子的總數 (B) 分子的總數 (C) 物質的總質量 (D) 原子的排列方式 (E) 元素的種類

3. 實驗解析：

小華在開放空間燃燒一根 5 公克的蠟燭，燃燒完後發現重量幾乎消失。請問消失的質量去哪了？這是否符合質量守恆？

- 答：_____