

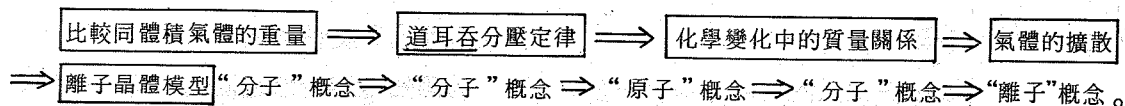
高中新舊化學實驗教材比較研究

(三)探討有關“物質粒子概念—— 分子、原子、離子” 新舊實驗教材之異同

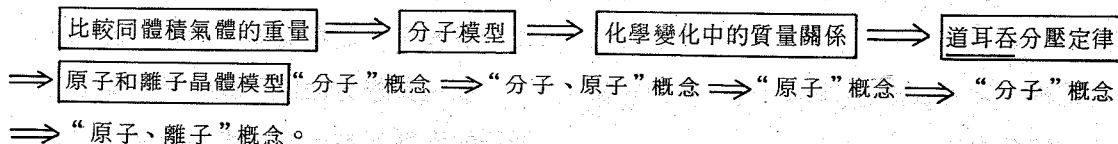
許丹瓊 臺北市立第一女子高級中學

王澄霞 國立臺灣師範大學化學系

本文針對新舊化學教材中，有關“物質粒子概念——分子、原子、離子”之實驗加以比較研究，新舊實驗項目整理於表中^(1, 2, 3)。新實驗教材其物質粒子概念之導引過程為：



舊實驗教材其物質粒子概念之導引過程為：



由上面可知，新舊實驗教材其物質粒子概念之導引過程大致相同。其中不同者為新實驗教材先導引分壓定律，再導引質量不減定律。而舊實驗教材則先導引質量不減定律，再導引分壓定律。

(1) “比較同體積氣體的重量”之實驗項目為：

新教材 [基化—6.1] 亞佛加厥定律

舊教材 [三] 比較同體積氣體的重量

“物質粒子概念——分子、原子、離子”主題概念之新舊實驗教材

實驗活動名稱		主題概念	與課本有關概念(知能)	實驗內容	技能	藥品
基礎理化	[基化一·6·1] 亞佛加厥定律	分子	8-2 亞佛加厥定律 使用亞佛加厥定律 導引出不同氣體，其“分子”之重量不一樣的 概念	1. 稱取同溫、同壓、同體積 CO_2 與 O_2 之視重 2. 測量空氣對塑膠袋裝置的浮力 3. 計算 CO_2 與 O_2 之實重 4. 比較 CO_2 與 O_2 之實重比與二者分子量比的相關程度	1. 塑膠袋之充氣 2. 體積之測量 3. 天平之使用	鋼瓶裝 $\text{CO}_2(\text{g})$ 鋼瓶裝 $\text{O}_2(\text{g})$
	[基化一·6·2] 道耳吞分壓定律(示範實驗)	分子	8-3 道耳吞分壓定律 使用“分子”概念 導引出定溫定容時，混合氣體的分壓力是各成分氣體分壓力的和——即道耳吞分壓定律	1. 準備測量 CO_2 分壓的裝置 2. 利用 10% NaOH 吸收空氣中及呼氣中所含之 CO_2 3. 由分壓測定裝置，記錄玻璃管內外的水面高度差，測出空氣中及吸氣中 CO_2 之分壓	1. 分壓之測定 2. 氣體之吸收 3. 壓力之測量	10% $\text{NaOH}(\text{aq})$ #30 機油
	[化一·2] 化學變化中的質量關係	原子	2-1-1 質量不滅定律 化學反應前後質量不滅，即含有原子不滅之意，導引出“原子”的概念	1. 配製 BaCl_2 水溶液 2. 配製 Na_2SO_4 水溶液 3. 使二溶液作用生成 BaSO_4 白色沈澱 4. 傾析、過濾，將濾液與沈澱分別乾燥稱重 5. 反應前的總質量與反應後的總質量一樣	1. 三槓天平稱量之使用 2. 傾析 3. 用濾紙過濾 4. 用水浴加熱蒸發 5. 用烘箱乾燥	無水氯化鋇 無水硫酸鈉 蒸餾水

實驗活動名稱	主題概念	與課本有關概念(知能)	實驗內容	技能	藥品
〔化一·5〕 氣體的擴散	分子	3-9-2 擴散定律 使用“分子運動快慢”概念，導引出同溫同壓下，氣體的擴散速率與其分子量的平方根成反比——即擴散定律	1.玻璃管開口兩端同時塞入滴有濃鹽酸與濃氨水棉花團之橡皮塞 2.利用馬錢記錄玻管內 NH_4Cl 白煙物質產生的時間 3.量取白煙物質發生點到兩個塞子內端的距離 4.計算 $\text{NH}_3(\text{g})$, $\text{HCl}(\text{g})$ 擴散速率與其分子量之關係。	1.氣體擴散測定裝置之使用 2.觀察白色煙狀物質產生距離之測量 3.馬錢之使用	濃鹽酸(12N) 氨水(30%)
〔化三·1〕 晶體模型	離子	10-2 離子鍵 導引出“離子”晶體陰、陽離子半徑與配位數關係之概念	利用保利龍球堆集 1.線形(2大球、1小球) 2.平面三角形(3大球、1小球) 3.四面體(4大球、1小球) 4.八面體(6大球、1小球) 分別觀察小球配位數 5.氯化鈉格子 6.硫化銑(纖維銑礦)格子分別觀察陰、陽離子配位數	氯化鈉、硫化銑 子晶格之堆集	
〔三〕比較同體積氣體的重量	分子	2-2 亞佛加厥定律 使用亞佛加厥定律導引出不同氣體，其“分子”之重量不一樣的觀念	1.稱取同溫、同壓、同體積 CO_2 與 O_2 之瓶重 2.測量空氣對塑膠袋裝置的浮力 3.計算 CO_2 與 O_2 之實重 4.比較 CO_2 與 O_2 之實重比與二者分子量比的相關程度	1.塑膠袋之充氣 2.體積之測量 3.天平之使用	鋼瓶裝 $\text{CO}_2(\text{g})$ 鋼瓶裝 $\text{O}_2(\text{g})$

實驗活動名稱	主題概念	實驗內容
〔四〕分子模型	分子 原子 2-3-2 原子量和分子 量 2-2 球棒、球簧、填 空模型 2-6 化學反應原子不 減 導引出化學反應“ 原子”不減及相對原子 量、分子量之概念	1. 甲烷及相關分子模型： 製作甲烷、乙烷、甲醚、 乙醇、C_6H_{12}、H_2O分子 模型 2. 元素及化合物模型 (1) H_2、Cl_2 之分子填空模 型 (2) 以 H_2、Cl_2 分子模型表 示生成 2 個 HCl 分子之 原子不減 (3) 同方法以 H_2、O_2 表示 H_2O 之合成模型 3. 相對重量、原子量和分子 量 (1) 稱一個橙色及藍色球重 (2) 稱一打橙色及藍色球重
〔六〕化學變化中的質 量關係	原子 2-6-2 質量不減定律 化學反應前後質量 不減，即含有原子不減 之意，導引出“原子” 的概念	1. 自金屬銀製備硝酸銀 2. 配製 $NaCl$ 水溶液 3. 使二溶液作用生成 $AgCl$ 白色沉澱 4. 傾析、過濾，將濾液與沉 澱分別乾燥稱重 5. 反應前的總質量與反應後 的總質一樣
	1. 分子模型之堆集 2. 用分子模型，演 示化學反應之過 程 3. 天平之使用	1. 三樑天平稱量之 使用 2. 傾析 3. 用濾紙過濾 4. 用水浴加熱蒸發 5. 用烘箱乾燥
		硝酸 (6 M) 氯化鈉

實驗活動名稱	主題概念	與課本有關概念(知能)	實驗內容	技能	藥品
(七)金屬與氫氯酸反應之定量	分子	3-4-3 分壓定律 使用“分子”概念 導引出定溫定容積時， 混合氣體的總壓力是各 成分氣體分壓力的和— 即道耳吞分壓定律	1.量取鎂帶，將其纏繞在螺旋銅絲上 2.用鹽酸溶液充滿測氣管 3.銅絲放入測氣管內，觀察鎂帶與鹽酸作用產生 $H_2(g)$ 4.反應停止，調整測氣管內外水面等高，記錄氫氣體積 5.記下室溫、室壓	1.鎂帶長度之測量 2.測氣管內氫氣之體積之記錄	鎂帶 鹽酸(6M)
(十)晶體中原子或離子之堆積	原子 離子	8-3 金屬結合 8-4 離子間的結合 導引出金屬“原子” 固體及“離子”固體的 晶體結構之概念	1.關於球體堆集的一般觀察 2.六方最密堆集 3.面心立方堆集(立方最密堆集) 4.六方最密堆集和立方最密堆集的比較 5.體心立方堆集 6.氯化鈉格子 7.硫化鋅(纖維狀礦)格子	1.各種金屬晶體之堆集 2.氯化鈉、硫化鋅離子晶格之堆集	

新舊兩實驗，雖然實驗名稱不同，其實驗內容却完全相同，由實驗證明同溫、同壓下、同體積的不同氣體，其重量不等，再用亞佛加厥定律：同溫、同壓下、同體積的不同氣體，所含的分子數相等，而導引出不同氣體其“分子”之重量不同的概念。再進一步計算出氣體之分子量。

新實驗教材對於實驗數據的處理，沒有使學生考慮到不準度，而舊實驗教材中學生須注意到所使用儀器的不準度，並且可計算出實驗結果之誤差。

(2) “道耳吞分壓定律”之實驗項目為：

新教材 [基化—6.2] 道耳吞分壓定律。

舊教材 [七] 金屬與氫氯酸反應之定量。

新舊兩實驗都是使用“分子”概念導引出定溫定容積時，混合氣體的總壓力是各成分氣體分壓力的和——即道耳吞分壓定律。但其實驗內容不相同。新實驗教材測定10% NaOH 溶液吸收空氣及學生自己呼氣試樣中所含二氧化碳的量。並可由分壓測定裝置，記錄玻璃管內外的水面高度差值，算出空氣及學生呼氣試樣中二氧化碳的分壓。即

$$P_{\text{CO}_2} (\text{空氣中}) = \frac{\text{水柱高度 (mm)}}{\text{水銀的比重 (13.6)}} \cdot \text{mmHg}$$

$$P_{\text{CO}_2} (\text{呼氣中}) = \frac{\text{水柱高度 (mm)}}{\text{水銀的比重 (13.6)}} \cdot \text{mmHg}$$

但需注意所用玻璃管不可太細。內徑為 5 mm 的玻璃管因有毛細現象，所得結果的水柱高度差較大；而內徑為 10 mm(4) 的玻璃管無毛細現象，其所得水柱高度差較小，測得的結果較接近事實。舊實驗教材使用鎂帶與稀鹽酸反應，以排水集氣法在測氣管內收集氫氣。調整測氣管內外水面高度，記錄室溫及室壓(P)。從實驗課本查出室溫時飽和水蒸氣壓力，並應用道耳吞分壓定律，計算乾燥氫氣的分壓——即 $P_{\text{H}_2(g)} = P - P_{\text{H}_2\text{O}(g)}$ 。

新實驗教材的優點是實驗內容與日常生活有關，易引起學生學習的興趣。且空氣及學生呼氣試樣中之二氧化碳的分壓大小，可以直接從玻璃管內外水面高度差值讀出。然而其對實驗數據的處理沒有考慮到不準度。舊實驗教材，由測氣管收集的氫氣其分壓大小，無法直接讀出，需利用室壓減去室溫時的飽和水蒸氣壓，才能知道乾燥氫氣之分壓。即學生對於氫氣之分壓大小比較沒有真實感。另一方面舊教材實驗由氫氣之分壓、測氣管記錄之氫氣體積及所用鎂帶之莫耳數，計算氫氣在常溫、常壓及 S.T.P 時的莫耳體積。其實驗數據的處理考慮到其不準度。

(3) “化學變化中質量不減定律”之實驗項目爲：

新教材〔化一·2〕化學變化中的質量關係。

舊教材〔六〕化學變化中的質量關係。

新舊兩實驗活動名稱相同，所導引的都是質量不減定律：反應前各物質質量總和，與反應後各物質質量總和相等。化學反應是原子的重組，反應前後原子總數不變，因此質量不減也含有原子不減之意，所以也導引出“原子不減”的概念。

新舊兩實驗操作過程相同，但所用的藥品不同。新實驗教材由氯化鋇溶液與硫酸鈉溶液作用產生硫酸鋇白色沉澱，而舊實驗教材由氯化鈉溶液與硝酸銀溶液作用產生氯化銀白色沉澱。

新實驗教材優點是所用藥品價格較便宜，但實驗時遭遇的困難是硫酸鋇白色沉澱之顆粒較小，不易傾析且不易過濾，操作過程相當費時。而舊實驗教材缺點是所用的硝酸銀價格昂貴，且實驗過程需特別小心，以免硝酸銀在手上留下斑點。但其優點是氯化銀白色沉澱，其顆粒較大，較易傾析及過濾，操作過程比較省時間，且反應前後稱出的總質量，較能符合質量不減。

(4) “晶體堆積”之實驗項目爲：

新教材〔化三·1〕晶體模型。

舊教材〔十〕晶體中原子或離子之堆積。

新實驗教材導引出“離子”晶體陰陽離子半徑比與配位數關係之概念。而舊實驗教材導引出金屬固體及離子固體的晶體結構之概念。

新實驗教材內容是由陰、陽離子半徑比，來決定配位數的大小及形狀，且由堆積氯化鈉、硫化鋅之晶體模型，驗證其關係是否相符合。而舊實驗教材內容是堆積六方最密、面心立方、體心立方之金屬晶體及堆積氯化鈉、硫化鋅之離子晶體。舊實驗教材比新實驗教材多了金屬晶體之堆積。新教材在化學課本第三冊〔10-4〕金屬鍵，討論到金屬鍵本性，因此如能增加金屬晶體之堆積實驗，則新實驗教材內容，將能配合課本內容而更爲完整。

新實驗教材的優點是由離子半徑比，推測晶體之配位數。而舊實驗教材並沒有先討論離子半徑比與配位數的關係，而由已堆積完成的氯化鈉、硫化鋅之離子晶體，觀察陰、陽離子之配位數。

(5) “氣體擴散”之實驗項目為：

新教材[化一·5]氣體的擴散。

舊教材：無此方面的實驗。

新實驗教材是使用“分子運動快慢”概念，導引出同溫同壓下，氣體的擴散速率，與其分子量的平方根成反比——即格銳目擴散定律。其實驗內容是長玻璃管兩端同時塞入滴有濃鹽酸與濃氨水棉花團之凹形橡皮塞，利用馬錶記錄玻璃管內白色煙狀物質產生的時間，量取白色物質發生點到兩個塞子內端的距離，計算氨與氯化氫氣體之擴散速率。此實驗進行須有抽風設備，以免學生吸入過多刺激性的氣體，傷到氣管。我們建議做過此實驗後，老師可以與學生討論化學藥物之公害問題。因學生可以體會到化學工廠所排放的有毒廢氣會擴散，而造成對人體及生物之各種傷害。如此使新實驗教材與生活環境相連繫，更能配合新教材的特色。

(6) “分子模型”之實驗項目為：

新教材：無此方面的實驗。

舊教材[四]分子模型。

舊實驗教材導引出化學反應“原子”的重組，“原子”的不滅及相對原子量、分子量之概念。

由此實驗製作甲烷、乙烷、甲醚、乙醇、 C_6H_{12} 、 H_2O 之球棒分子模型，且以 H_2 、 Cl_2 及 H_2 、 O_2 之填充模型，表示 HCl 生成及 H_2O 合成時之原子重組及原子不滅。進一步由一個橙色及藍色球之稱重，及一打橙色及藍色球之稱重，表示其相對重量——即由此實驗活動使學生體會到相對原子量、分子量之關係。

總而言之，有關物質粒子概念的實驗，新實驗教材比較注重與日常生活有關之實驗內容，而舊實驗教材比較注重理論，在定量方面也注意到不準確。

參考資料

1. 師大科教中心：高中基礎理化上冊第119頁、第125頁。
高中基礎理化實驗手冊上冊，國立編譯館。
2. a. 師大科教中心：高中化學第一冊第9頁、第58頁。
高中化學實驗手冊第一冊，國立編譯館。
b. 師大科教中心：高中化學第三冊第32頁。

高中化學實驗手冊第三冊，國立編譯館。

3. a. 陳朝棟、王澄霞：高中化學（自然科組）上册第18頁、20頁、26頁、27頁、49頁、183頁、186頁。

高中化學實驗（自然科組）上册，商務印書館。

- b. 車乘會、吳德堡：高中化學（自然科組）上册第31頁、32頁、38頁、39頁、69頁、207頁、214頁。

高中化學實驗（自然科組）上册，東華書局。

- c. 其他我國各書局出版的高中化學教科書。

4. 科學教育月刊第69期：第54頁至第59頁。

取材自：Frontiers of science 3：
Introduction to earth Sciences

隕石之謎

不過在澳州部分則無此現象，而且此處的小石有顯示出再衝入大氣的獨特特徵。

此種特徵，在空氣動力學上稱為：第二次融解與急速冷卻。說明了再次向地球大氣的衝進。

上述向地球大氣的再衝進，並不適用於解說是地球上的岩石再飛躍進太空。因此它的來源的結論，應歸屬於月球。

依NASA（美國太空署）田·吉普曼博士的說法：是隕石落入月球時融解的月的岩石破片由較弱的月球引力中，被強大的地球引力所吸取，衝進大氣進入地球，

乃促成了“第二次”融解。

田·吉普曼博士為究明澳州隕石的分布。以電子計算機從事計算若干破片的軌道。

他發現這種隕石之源，是月球的“齊哥”山。同時在齊哥山也顯示出有因隕石而衝擊出月球物質痕記的漕溝。

其後“羅那”15號太空船，就選擇了在齊哥山附近著陸，也發現若干小隕石口，證明了田·吉普曼之說的可靠性。

根據太空人發現的類似玻璃狀的小石的研究，推及隕石的起源，似已獲得結論。

（本刊資料）