

國中化學實驗的研究與改進

國中組化學科第三名

基隆市立中正國民中學

作 者：林彥勳、謝相均

陳祖豐、宋慈宗

指導教師：廖本良、林武宏

一、研究動機

本校為基隆市科學研習中心學校之一，參加科學研習時，凡是課本沒有明確說明的部分，或實驗結果不明確，誤差太大的，我們就在老師的指導下，進行研究並加以改進。

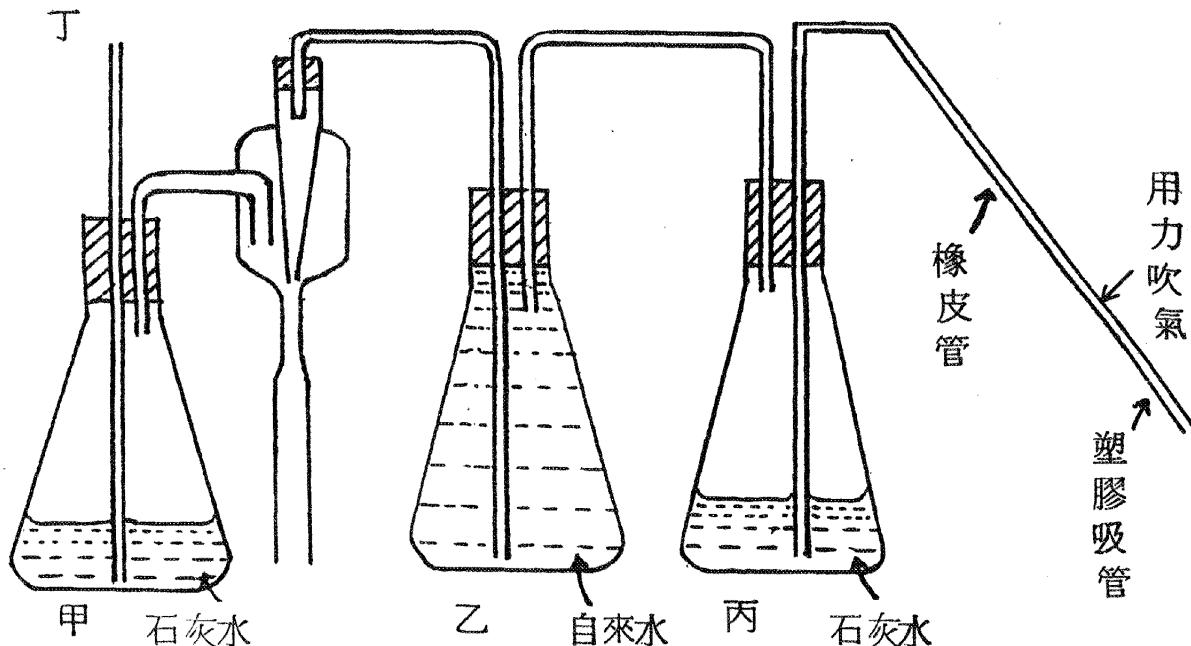
二、研究內容

(一)利用石灰水的反應，試驗空氣中氣體與人體呼出氣體之改進實驗

1. 實驗手續：

(1)利用國中化學第一冊第三章的實驗裝置和方法來操作。

(2)利用國中新編生物上冊第七章，實驗(7-2)「人呼出的氣體」的實驗裝置和方法來操作。



(3)用本實驗改進的裝置和方法來操作：

依照上圖將實驗器材裝置完成，自塑膠吸管處用力吹氣，使呼出的氣體進入丙瓶的石灰水中，迫使乙瓶中的水流入水流抽氣機，使空氣由丁進入甲瓶的石灰水中，比較甲、丙兩瓶中氣泡產生的速率，那一瓶的石灰水先發生混濁？

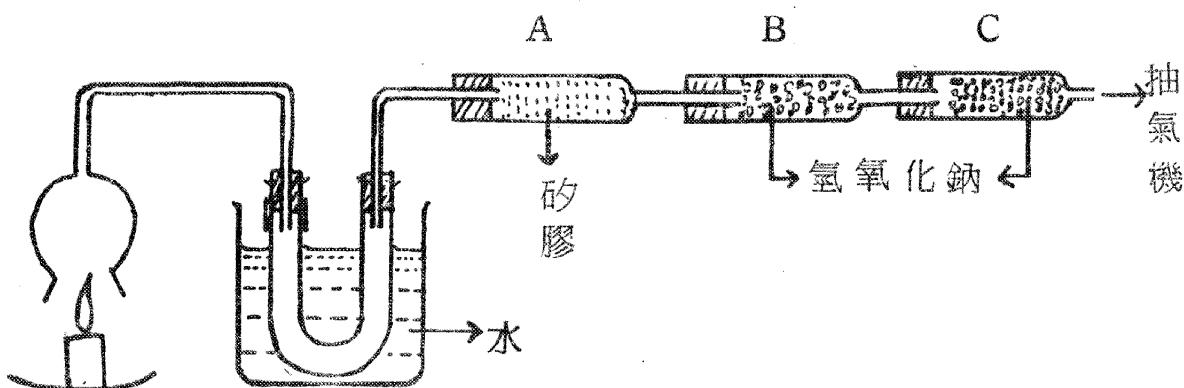
2.討論：

- (1)使石灰水混濁的速率快慢和單位時間內進入石灰水中的二氧化碳含量有關，氣體進入石灰水的速率也會影響石灰水混濁的速率，國中化學的實驗很難使吹氣和吸氣的速率相等。
- (2)國中新編生物的實驗，其優點是由一位學生操作，其缺點是無法控制進入石灰水的氣體速率，且不易操作，若不小心常會吸入石灰水或將石灰水噴出。
- (3)本實驗裝置的優點是：可使吹氣和吸氣的速率相等，可同時比較石灰水混濁的快慢，以證明 CO_2 的含量何者較多。又由一位同學操作，並可避免將石灰水吸入或噴出的現象。

(二)收集燃燒產物以驗證物質不滅之改進實驗：

1. 實驗手續：

- (1)先分別以氧化鈣和氫氧化鈉依重量比 $1:3$ ， $1:1$ ， $3:1$ 的比例配製鹼石灰，再利用國中化學第一冊第四章的實驗裝置和方法來操作，其結果如表(2—1)。
- (2)將實驗裝置改為下圖，再依照手續(1)的方法操作，其結果如表(2—2)。



(3)用乙醇燃燒，將矽膠分別改為氧化鈣、氯化鈣，再依照手續(2)的方法操作，將結果記錄於表(2—3)。

2. 實驗結果：

(1)表(2—1)鹼石灰的組成，對燃燒產物吸收效果的影響

氧化鈉與氫氧化鈉的重量比	燃燒的乙醇重	鹼石灰增加的重量	理論上產物的重量	吸收率
1 : 3	3.27g	4.74g	10.09g	46.98 %
1 : 1	2.93g	5.16g	9.04g	57.08 %
3 : 1	2.92g	2.18g	9.01g	24.20 %

(2)表(2—2)用本實驗裝置，對燃燒產物吸收效果的影響

燃燒的物質	燃燒的物質重	矽膠和U形管增加的重量	氫氧化鈉增加的重量	理論上產物的重量	吸收率
甲 醇	3.18g	3.35 g	3.31 g	7.95g	83.77 %
乙 醇	2.06g	2.81 g	2.99 g	6.36g	91.21 %
丙 醇	1.59g	2.31 g	2.84 g	5.41g	95.26 %

(3)表(2—3)吸收劑的種類，對燃燒產物吸收效果的影響

A試管吸收劑	燃燒的乙醇重	A試管和U形管增加的重量	氫氧化鈉增加的重量	理論上產物的重量	吸收率	校正後的吸收率
氧化鈣	2.32g	1.84 g	2.54g	7.16 g	61.17%	57.12%
	0g	0.28 g	0.01g	0g		
矽膠	2.06g	2.81 g	2.99 g	6.36 g	91.21%	84.75%
	0g	0.39 g	0.02 g	0 g		
氯化鈣	2.01 g	2.65 g	3.46 g	6.20 g	98.54%	87.26%
	0g	0.55 g	0.15 g	0 g		

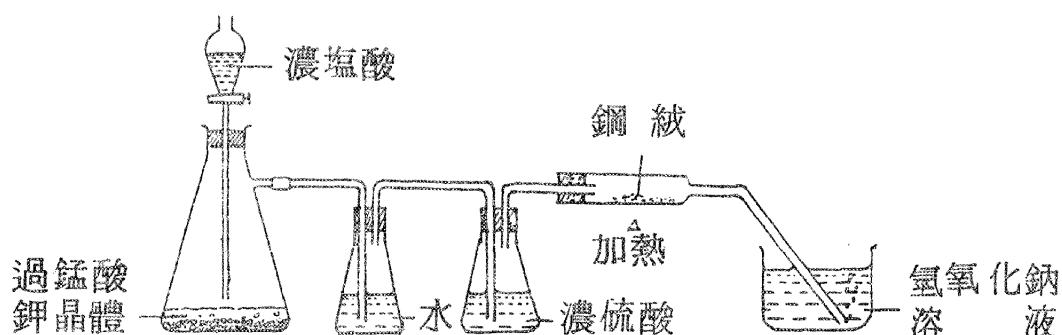
3. 討論：

- (1) 氧化鈣與氫氧化鈉以 1 : 1 重量比所成的鹼石灰，效果最佳
- (2) 燃燒產物被抽入鹼石灰時，由於溫度太高，氧化鈣不易吸水且氫氧化鈉發生溶解，產物易被抽出吸收率低，改用本實驗裝置，吸收率可達 98% 左右。
- (3) 由表 (2—3) 可知空氣中的 CO₂ 和水蒸氣被吸收的重量平均為燃燒產物的 10% 左右，對實驗結果影響很大。
- (4) 影響燃燒產物收集的因素如抽氣機的效率，火焰的高度，吸收劑的種類，儀器的設計等，採用本實驗的裝置和吸收劑，可提高吸收率二倍左右。
- (5) 吸收劑除了吸收燃燒產物以外，同時吸收空氣中的水蒸氣和二氧化碳，並且吸收劑無法完全吸收燃燒產物，以此實驗來驗證物質不滅定律，同學們較不易接受。

(三) 探討氯、溴、碘與鋼絨反應產物之實驗。

1. 實驗手續：

- (1) 利用國中化學第二冊第八章的實驗裝置和方法來操作，氯與鋼絨反應後，把剩餘鋼絨取出，用水清洗試管壁的產物，立刻分別用硫氰化銨，亞鐵氰化鉀等檢驗鐵離子，用鐵氰化鉀檢驗亞鐵離子，其結果如氯化物(A)所示。
- (2) 將實驗裝置改為下圖，其餘操作方法同手續(1)，結果如氯化物(B)所示。



(3) 溴、碘分別與鋼絨的反應，其方法同手續(1)所示。

2. 實驗結果：

氯、溴、碘與鋼絨反應產物之檢驗結果

試藥 鹵化物	硫氯化銨	亞鐵氯化鉀	鐵氯化鉀
氯化物(A)	深紅色	藍色	藍色
氯化物(B)	深紅色	藍色	淡黃色
溴化物	深紅色	藍色	藍色
碘化物	無色	無色	藍色

3. 討論：

- (1)由實驗結果得知：勻鐵十氯——氯化鐵。勻鐵十溴——溴化鐵十溴化亞鐵。勻鐵十碘——碘化亞鐵。課本對於反應的產物沒有驗證或說明，常被誤為只產生鐵離子化合物。
- (2)由課本之氯發生器產生的氯氣，同時含有氯化氫，所以氯化物(A)中，同時含有鐵離子與亞鐵離子。本實驗之改進裝置，可得純度較高的氯氣，所以氯化物(B)中，只含鐵離子。
- (3)殘餘的鋼絨可將鐵離子還原成亞鐵離子，亞鐵離子在空氣中太久，會被氧化或鐵離子，檢驗時須注意操作。
- (4)探討影響水草行光合作用的變因。

1. 實驗手續：

- (1)實驗裝置如圖(4—1)所示，取15 cm水蘊草5株置於自來水中，各以10W、20W、40W、60W、100W之白熾燈照射一小時，其結果如表(4—1)。
- (2)將水蘊草分別置於煮沸過的水、自來水、加CO₂的水、加氯的水，各以60W的白熾燈照射一小時，其結果如表(4—2)。
- (3)將水溶液改為自來水，0.2M、0.1M、0.05M之碳酸氫鈉溶液，操作方法同手續(2)所示，其結果如表(4—3)。
- (4)將水溶液改為0.1M的碳酸鈉、尿素、硫酸銨、磷酸二氫鉀、磷酸氫二鈉、葡萄糖等溶液，其操作方法同手續(2)所示，

其結果如表(4—4)。

(5)加氯化鈣於通入 CO_2 的自來水中，觀察有無沉澱，再加入氫氧化鈉，其結果如表(4—5)。

(6)稱取重1.95克的水蘊草A、B、C三株，A、B置於0.1M的碳酸氫鈉溶液中，A以60W白熾

燈照射，B以日光照射，C置於自來水中以日光照射，一小時後測量氧氣量，再將水蘊草改為金魚草，重複此項實驗，其結果如表(4—6)。

(7)將水蘊草置於0.1M的碳酸氫鈉溶液中，各以照度200 Lux的白熾燈、日光燈、植物燈、紅色燈、藍綠燈、黃色燈照射四小時後，測量收到的氧氣量，其結果如表(4—7)。

(表4—1)

光强度	溫 度	收 集 的 氧 氣 量
10W	20.1°C	1.0mm (0.024ml)
20W	20.5°C	2.2mm (0.053ml)
40W	20.7°C	3.5mm (0.084ml)
60W	21.0°C	5.4mm (0.130ml)
100W	21.3°C	5.4mm (0.130ml)

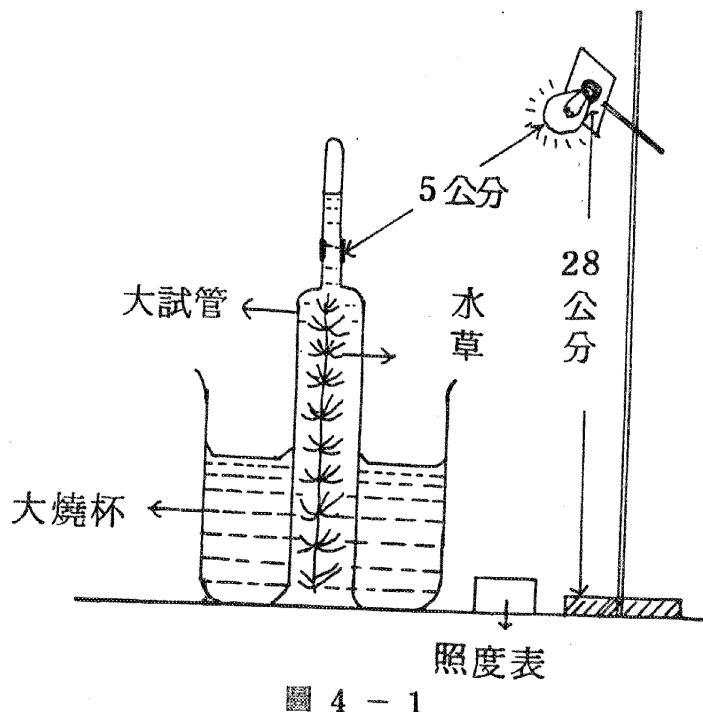
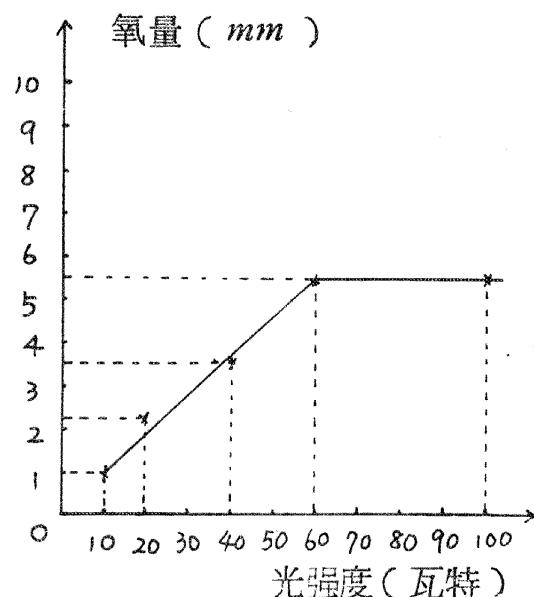


圖 4—1



2. 實驗結果：

(1)表(4—1)光強度對光合作用之影響

備註：收集氧氣的細玻管每1mm代表含氧0.024毫升。

(2)表(4—2)溶於水中的氣體對光合作用的影響

	光强度	溫 度	收 集 的 氧 氣 量
煮沸過的水	60 W	18.0°C	0.1 mm (0.0024 ml)
自來水	60 W	18.0°C	4.0 mm (0.096 ml)
加 氧 的 水	60 W	18.0°C	6.0 mm (0.144 ml)
加 CO ₂ 的 水	60 W	18.0°C	5.5 mm (0.132 ml)

(3)表(4—3)水中加碳酸氫鈉對光合作用的影響

碳酸氫鈉濃度	光强度	溫 度	收 集 的 氧 氣 量
0.2 M	60 W	20.0 °C	16.5 mm (0.396 ml)
0.1 M	60 W	20.0 °C	26.0 mm (0.624 ml)
0.05 M	60 W	20.0 °C	16.3 mm (0.391 ml)
自來水	60 W	20.0 °C	4.5 mm (0.108 ml)

(4)表(4—4)水中加肥料及葡萄糖對光合作用的影響

水 溶 液	光强度	溫 度	收 集 的 氧 氣 量
碳 酸 鈉	60 W	18.0°C	水草腐爛無氣生成
尿 素	60 W	18.0°C	3.4 mm (0.0816 ml)
硫 酸 銨	60 W	18.0°C	3.7 mm (0.0888 ml)
磷酸二氫鉀	60 W	18.0°C	25.0 mm (0.6000 ml)
磷酸氫二鈉	60 W	18.0°C	4.0 mm (0.0960 ml)
葡 萄 糖	60 W	18.0°C	2.8 mm (0.0672 ml)
自來水	60 W	18.0°C	3.5 mm (0.0840 ml)

(5)表(4—5)驗證 CO_2 溶於水是形成碳酸氫根離子。

溶 液 種 類	反 應 情 形
通 CO_2 的水 + 氯化鈣溶液	無沉澱發生
通 CO_2 的水 + 氯化鈣溶液 + 氢氧化鈉溶液	有白色沉澱發生

(6)表(4—6)水草種類對光合作用影響(照射時間一小時)。

水草種類	水 草 長	溶 液 種 類	光強度	溫 度	收集的氧氣量
水蘆草	15.0 cm	0.1M 碳酸氫鈉	60 W	21.5°C	32.0 mm(0.768 ml)
金魚草	38.0 cm	0.1M 碳酸氫鈉	60 W	21.5°C	28.0 mm(0.672 ml)
水蘆草	15.0 cm	0.1M 碳酸氫鈉	日光	21.2°C	57.0 mm(1.368 ml)
金魚草	38.0 cm	0.1M 碳酸氫鈉	日光	21.2°C	26.0 mm(0.624 ml)
水蘆草	15.0 cm	自來水	日光	21.2°C	18.0 mm(0.432 ml)
金魚草	38.0 cm	自來水	日光	21.2°C	17.0 mm(0.408 ml)

(7)表(4—7)光質對光合作用的影響

光 質	碳酸氫鈉溶液	照 度	光照時間	溫 度	收 集 的 氧 氣 量
紅色燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	12.0 mm(0.288 ml)
橙色燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	23.0 mm(0.552 ml)
黃色燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	6.0 mm(0.144 ml)
綠色燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	9.0 mm(0.216 ml)
藍綠燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	20.0 mm(0.48 ml)
紫色燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	39.0 mm(0.936 ml)
白熾燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	10.0 mm(0.24 ml)
日光燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	10.0 mm(0.24 ml)
植物燈	0.1 M	200Lux	4小時	21°C	12.0 mm(0.288 ml)

註：色光請參閱「科學教育第 41期 PP 49~52。」

3. 討論：

- (1) 利用水草在陽光下行光合作用以收集氧的速率很慢，為方便測量將課本的裝置改為圖(4—1)的裝置(改進部分為在大試管上端附一段一端封閉的細玻管)。
- (2) 水草行光合作用產生的氣泡很小常附着於枝葉上，不宜用每單位時間產生的氣泡數來測光合作用速率。本實驗改為每小時內收集的氧氣量來測光合作用的速率，較為準確。
- (3) 由表(4—2)得知，煮沸過的水幾乎不含 CO_2 氣體，水蘊草在其中幾乎無法行光合作用，由產生的氧氣量可得到證明。此實驗可證明 CO_2 是光合作用所必須的原料之一，本實驗較舊編國中生物上冊實驗(2—3)，或新編國中生物上冊教師手冊的實驗，均來得簡單迅速，容易操作，效果明確。
- (4) 水生植物行光合作用所需的二氧化碳是由溶於水中的 CO_2 或碳酸氫鹽而形成碳酸氫根離子，才能被水生植物吸收。
- (5) 光合作用的進行受到許多環境因子的影響，例如光強度、光質、水草種類、二氧化碳濃度、溫度、礦物質，以及光合作用產物等，而影響的幅度則因其他因子的同時存在而有變遷，致使問題趨於複雜，本實驗僅以水蘊草為主，來探討影響光合作用的變因，其結果是將水蘊草浸於 0.1 M 的碳酸氫鈉溶液中，以日光照射來收集氧氣，較為經濟，效果也最佳。

三、參考資料

- (一) King, 定性分析化學, P438, PP 444~446, PP 453~460
- (二) 牛頓雜誌第一卷第四期 P 124~133。
- (三) 劉賢祥編譯：植物生理學 P 141~183。
- (四) 科學教育雙月刊第 41 期 PP 49~52。

評語

此作品對於國中化學實驗之些實驗項目如(1)利用石灰水的反應

，試驗空氣中氣體與人體呼出氣體之實驗，(2)物質不滅定律之實驗及
(3)光合作用的變因等實驗均有所改進。作者等頗富創造能力，科學精神良好，態度積極，表達能力頗強，操作技術良好生物，編寫有條理
，文句通順達意，有教學參考價值。