

注射針筒在理化實驗上的應用

國中組化學科第三名

基隆市中正國民中學

作者：蘇郁清、潘仁弘、楊智雯、林欣儀
指導教師：李佩穎、徐增錦

一、實驗動機

塑膠注射筒是現今醫學界利用非常普遍的注射工具，原先的玻璃注射筒由於再次使用，恐會有傳染疾病的顧慮，現已幾乎被塑膠注射筒所取代。塑膠注射筒的價格便宜且樣式多，可以組合成密閉系統，因此亦偶見於理化實驗中。

二、實驗目的

利用塑膠針筒改進及簡化下列課本實驗：

- 1.設計簡易的裝置來從事氣體的製造和收集，包括氫氣、氧氣、二氧化碳、氯氣、硫化氫、氯化氫、二氧化硫、二氧化氮、一氧化氮和氨氣等常見氣體。
- 2.設計簡易的實驗來探討各種不同的氣體的溶解度及溶於水後的酸鹼性。
- 3.設計簡易的實驗來探討各種不同的氣體的擴散速率及波以耳定律。
- 4.利用塑膠針筒改進課本電解水的實驗裝置。
- 5.其它利用注射筒於理化實驗的推廣。

以上有關理化原理或概念的資料來自Kirk-Othmer (1976)、Therald Moeller et al. (1984)、Ronald J. Gillespie et al (1986)、Raymond Chang (1991)、John B. Russell (1992)、George M. Bodner et al. (1989) 和William L. Masterton et al. (1985)。

三、實驗過程

(一)氣體的製造和收集

- 1.利用注射針頭製作套帽：

取一支附在注射筒口的注射針頭，用鐵鉗剪掉鋼針部位，剩下的塑膠部份即成一個套帽。避免剪斷處割傷皮膚，可把套帽直立於桌面上用鐵鉗輕輕地敲平。

- 2.利用針頭的塑膠外套製作套帽：

取一支包在針頭的塑膠外套，在閉口端約1.2cm處用美工刀均勻地旋轉切

割，然後折斷並用美工刀修飾不平滑部位，即成另一個套帽。以上兩種套帽在使用前應事先測試是否可與注射筒口密合而在推拉筒栓時不漏氣。

3.利用橡膠軟管製作細口軟管：

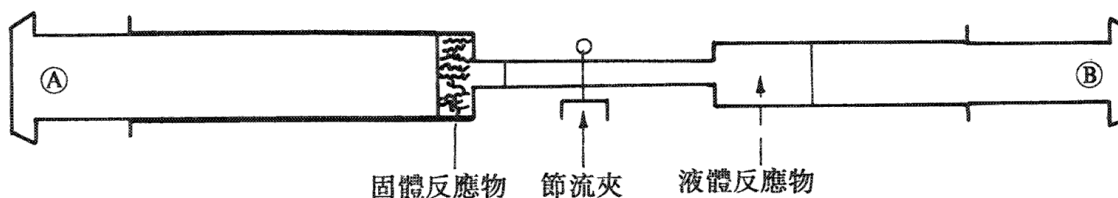
將內徑約3mm的silicone橡膠軟管或其他透明軟管，剪成4mm長即得，值得注意之事是有些橡膠軟管不適合接觸到濃硫酸。

4.利用塑膠軟管製作細口軟管：

一般市面上不易購得內徑約為3mm的塑膠軟管，但可買內徑儘可能最小的塑膠透明軟管，置於沸水中使其軟化，在浸泡約1分鐘後再取出，用雙手或兩人持軟管兩端拉長等待降至室溫後再鬆手，即變成細口軟管，然後選擇內徑約3.0~3.4mm的部份剪成4cm長即得。以上兩種細口軟管在使用前亦應事先測試是否可與兩支注射筒緊密連接而不易脫落。

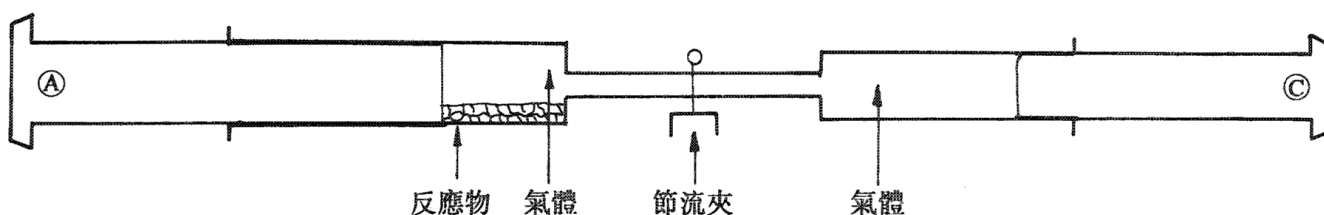
操作步驟：

- 1.取一支A筒，內裝固體反應物（此固體儘可能製成或捲成薄片狀），用筒推到筒的前端，使筒內儘可能不要留有空氣，並且在此筒口處套緊一條夾著節流夾的細口軟管。
- 2.取一支B筒，抽取約3~6ml的液體反應物並儘可能排除筒內的空氣，並與A筒互接連接，如圖1所示。



圖一 製造氣體的裝置

- 3.打開節流夾並小心地注入B筒的液體反應物1~2滴，再關閉節流夾，觀察氣體生成速率，若速率不很快，則可緩慢少量地再次注入，直到氣體生成量約20ml（不超過刻度）為止。
- 4.關閉節流夾，小心地以旋轉方式拔出B筒，再取一支C筒（記得排除空氣）並與A筒互相連接。
- 5.打開節流夾，慢慢地推A筒的氣體5ml或10ml到C筒並用套帽套緊筒口，如圖2所示。再取第二支C筒重覆收集該氣體。



圖二 收集氣體的裝置

注意事項：

1. 在操作步驟2中排除B筒內的空氣時，可持筒口朝上並用衛生紙放在筒口處，然後慢推筒栓排除空氣，若不慎推筒栓過度而溢出液體時，則會被衛生紙所吸收；若液體為酸性物質時，則可用沾有5%碳酸氫鈉的衛生紙吸收之。
2. 在步驟3中當注入B筒的液體到A筒時，開始不可一次大量注入，宜先注入1~2滴並觀察生成速率再適時量注入，否則生成量會超過A筒容量，而溢出有毒氣體危害人體，最好事先應準備一條濕布，以作為氣體生成量超過A筒容量時的覆蓋之用。
3. 若在收集氣體時，不慎將A筒的液滴移到C筒，則可持A筒在下C筒在上，再用手指輕彈C筒內的液滴使其恰在該筒口處，然後輕拉A筒的筒栓，C筒的液滴會被移到A筒中。
4. 若要收集多量氣體，則可重覆使用A筒的固體反應物，但應先排除留在筒內的液體再重新製造；若不再製造氣體，則應儘早清洗，否則筒栓前端的橡膠有時會被破壞而變得彈性不佳。

製造氣體的反應物之用量：

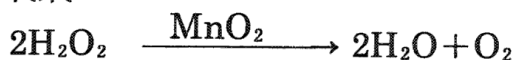
1. 氫氣



A筒：裝入二片約2×2cm的薄鎂片。

B筒：先抽取約1ml濃鹽酸，再抽取約5ml水。

2. 氧氣



A筒：傾斜地裝入1小匙（用藥匙小端）二氧化錳粉末。

B筒：先抽取約1ml30%雙氧水，再抽取約3ml水。

3. 二氧化碳



A筒：傾斜地裝入2小匙碳酸氫鈉或碳酸鈉粉末。

B筒：先抽取約1ml濃鹽酸，再抽取約3ml水。

4. 氯氣



A筒：傾斜地裝入1小匙高錳酸鉀粉末。

B筒：先抽取約1ml濃鹽酸，再抽取約3ml水。

5. 硫化氫



A筒：傾斜地裝入4~5粒（約綠豆大小）硫化鐵固體。

（不宜取自硫化鐵塊表面）

B筒：先抽取約2ml水，再抽取約1ml濃硫酸。

6. 氯化氫



A筒：傾斜地裝入2小匙氯化鈉晶體。

B筒：抽取約3ml濃硫酸。

7. 二氧化硫



A筒：傾斜地裝入約6粒硫代硫酸鈉固體。

B筒：抽取約3ml濃硫酸。

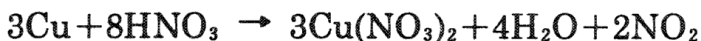
8. 二氧化氮



A筒：取15cm長的銅絲捲成銅幣狀，再傾斜地放入筒中。

B筒：抽取約3ml濃硝酸。

9. 一氧化氮

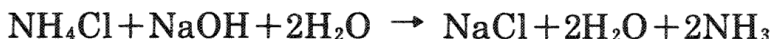


A筒：取15cm長的銅絲捲成銅幣狀，再傾斜地放入筒中。

B筒：先抽取約3ml水，再抽取約1ml濃硝酸。

【註】：A筒和B筒內的空氣一定要儘量排除，否則產生無色的一氧化氮會被空氣中的氧氣所氧化變成紅棕色的二氧化氮。

10. 氨氣



A筒：先裝入一張比筒的內徑略小的濾紙，用筒栓將其推到筒的前端，再傾斜地放入2小匙細粒氫氧化鈉和2小匙的氯化銨晶體，然後將筒栓

的最前端沾1滴水，打開節流夾，推筒栓到最前端處，關閉節流夾，立刻有大量氨氣產生而使筒栓自動地往外推。

B筒：免用。

【註】：筒栓沾1滴水即可，否則會產生大量氨氣而把筒栓推到筒外而溢出氨氣，若注入大量的水，則亦可能氨氣被多量的水所溶解而無法收集到氨氣。

(二) 氣體溶解度和其水溶液的酸鹼性：

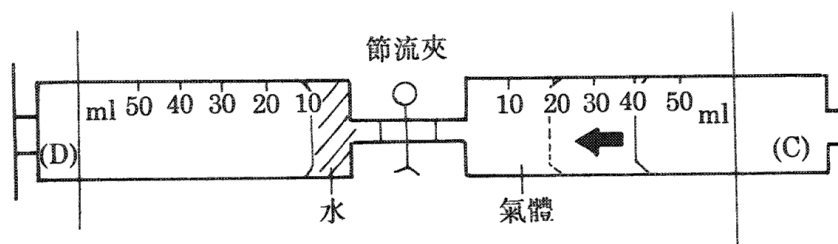
實驗步驟：

1. 氣體在水中的溶解度

步驟1. 10ml的水裝入(D)筒（如圖3），並和(C)筒相連。

步驟2. 將(C)筒刻度原在40ml的氣體，壓至刻度10ml處，使20ml的氣體注入(D)筒後，關上節流夾。

步驟3. 搖盪(D)筒後，靜置數分鐘，仔細觀察變化。

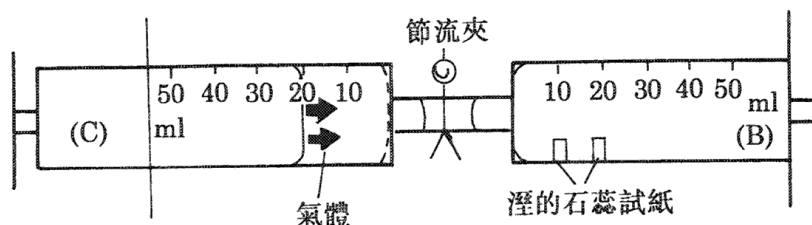


圖三

2. 氣體的酸鹼性

步驟1. 將(B)筒清洗乾淨後，裝入沾溼的紅、藍石蕊試紙各一張，如圖4和(C)筒相連。

步驟2. 將(C)筒剩餘氣體，完全打入清洗後的(B)筒，置一會兒後，觀察石蕊試紙的變化，判別酸鹼性。



圖四

實驗結果：

結果 性質	類種	O ₂	H ₂	Cl ₂	CO ₂	NO ₂	NH ₃
溶解度		難溶	難溶	易溶	微溶	微溶	易溶
酸鹼性		中性	中性	酸性	酸性	酸性	鹼性

※備註：難溶——1 atm 下，每100ml的水溶0—5 ml的氣體

微溶——1 atm 下，每100ml的水溶6—20ml的氣體

易溶——1 atm 下，每100ml的水溶20ml以上的氣體

實驗討論：

我們發現這個氣體溶解度和其水溶液的酸鹼性的簡易實驗中，可以很簡單的判斷出氣體溶解度的大小及氣體其水溶液的酸鹼性，而且實驗時間短，操作方便，危險性低，值得大力推廣。

(三)氣體的擴散速率及波以耳定律

氣體的擴散速率

1.實驗器材：

(1)水銀壓力計 (2)50ml注射筒數支 (3)注射針頭一支 (5)橡皮軟管〔大、中、小〕數段 (5)節流夾數個 (6)碼錶 (7)化學藥物：二氧化錳、雙氧水、35%稀鹽酸、大理石碎片、鋅粒、氯化銨、氫氧化鈉 (8)滴管 (9)燒杯 (10)濾紙 (11)手術用橡膠手套數只 (12)三叉管一支 (13)凡士林

2.實驗過程：

(1)空氣的測量

A.實驗設計及操作：

- a.將壓力計內注入水銀，使兩邊水銀柱等高，且均為37公分。
- b.讓壓力計傾斜至與桌面呈約30度（避免水銀因重力而加快氣體擴散速率）
- c.將注射筒的活塞往外拉，抽入空氣50ml。
- d.取三叉管，將一端用夾有節流夾的小橡皮軟管與注射針頭連接，另兩端分別用夾有節流夾的大橡皮軟管連接注射筒口和壓力計，並盡量將橡皮管內空氣擠出，以減少誤差。
- e.打開注射筒和壓力計連接的節流夾，注入10毫升空氣至壓力計內。
- f.再打開壓力計與注射針孔中的節流夾，使壓力計中的空氣由注射針頭擴散至外界，利用碼錶記左方水銀柱開始下降至兩邊水銀柱平衡所需時間，即為擴散時間。
- g.如此反覆測量五次，並記錄下來。

B.實驗結果：空氣的平均擴散時間為20.18秒。

(2)氧氣的測量

A.實驗設計及操作：

a.氧氣的製備：

- ①截一圓形濾紙墊入甲注射筒內，取兩小匙二氧化錳放入，將活塞推進，盡量排除筒內空氣。
- ②取一燒杯裝入15毫升水，再加入5毫升雙氧水，配成稀雙氧水。
- ③用乙注射筒從燒杯中取4毫升稀雙氧水，將注射筒前裝一橡皮軟管，再裝上節流夾。
- ④在軟管的另一端，裝上甲注射筒。
- ⑤打開節流夾，將乙注射筒內之雙氧水打入甲注射筒中，再關上節流夾。（此時將會產生大量氧氣使活塞往外推）
- ⑥拆下乙注射筒，並換上丙注射筒。
- ⑦打開節流夾，將甲注射筒中之純氧抽50毫升至丙注射筒內，關上節流夾並拔出甲注射筒。

b. 氧氣的測量：

裝置丙注射筒於壓力計的一端，如前法一次注入10毫升之純氧至壓力計內，測量其擴散時間，並反覆測量五次，記錄下來。

B. 實驗結果：氧氣的平均擴散時間為21.68秒。

(3) 二氧化碳的測量

A. 實驗設計及操作：

a. 二氧化碳的製備：

- ①取一燒杯盛入15毫升的水，及5毫升的35%濃鹽酸，配製成20毫升的稀鹽酸。
- ②如同氧的製備，但改兩小匙大理石碎片和4毫升稀鹽酸作用，以產生二氧化碳。

b. 二氧化碳的測量：

依照前法反覆測量五次擴散時間，並記錄下來。

B. 實驗結果：二氧化碳的平均擴散時間為24.54秒。

(4) 氫氣的測量

A. 實驗設計及操作：

a. 氫氣的製備：

- ①在燒杯裝入25毫升的水及5毫升的35%濃鹽酸，配製成30毫升的稀鹽酸。
- ②比照氧氣的製造，改用兩小粒鋅粒和6毫升稀鹽酸作用，製備氫氣。

b. 氫氣的測量：依前法，測量五次氫氣擴散所需時間。

B.實驗結果：氫氣的平均擴散時間為5.04秒。

(5)氫氣的測量

A.實驗設計及操作：

a.氫氣的製備：

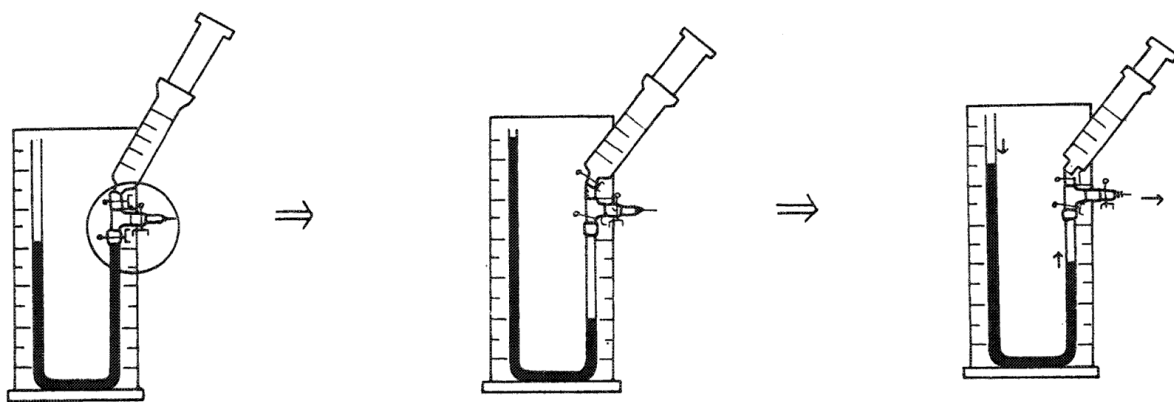
- ①剪一張圓形濾紙放入前有橡皮軟管及節流夾的甲注射筒中，取兩小匙氫氧化鈉的細粒及兩小匙氯化銨固體，最後在注射針筒活塞的前端沾少許水，打開節流夾，將活塞推至最前端，立刻關閉節流夾。（此時馬上產生大量氫氣將活塞向外推）
- ②在軟管的另一端，裝上乙注射筒。
- ③打開節流夾，將甲筒內的氫氣抽50毫升到乙筒，關閉節流夾後，再拆下甲筒。（若活塞前端沾過多的水，將會導至氫氣溶於水中形成氨水）

b.氫氣的測量：

照前法反覆測量擴散時間五次，並記錄下來。

B.實驗結果：氫氣的平均擴散時間為14.18秒。

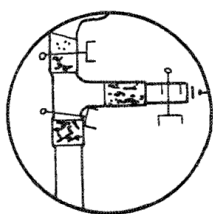
3.擴散實驗裝置圖：



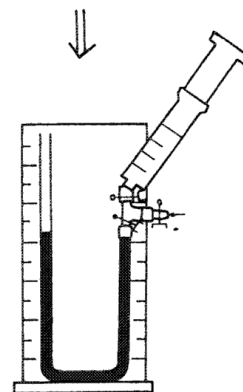
(1)打入氣體前

(2)打入氣體後

(3)使其通孔擴散



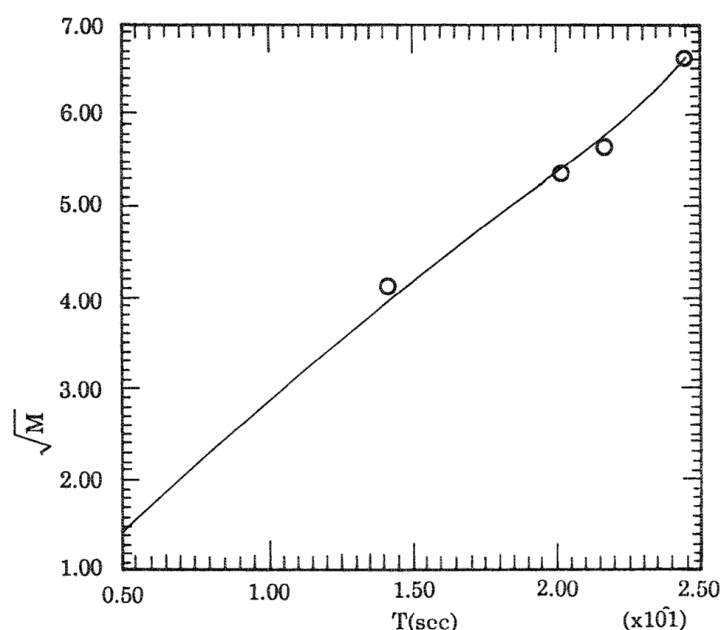
三叉管裝置放大圖



(4)擴散完畢

4.以擴散時間與氣體分子量的平方根作圖

X : T(sec)	Y : \sqrt{M}	
5 :	24.54	$\sqrt{44}$ → CO ₂
4 :	21.68	$\sqrt{32}$ → O ₂
3 :	20.18	$\sqrt{28.8}$ → 空氣
2 :	14.18	$\sqrt{17}$ → NH ₃
1 :	5.04	$\sqrt{2}$ → H ₂



由擴散速率和分子量平方根所繪成的座標圖，可發現擴散時間和氣體分子量平方根成正比。

5.實驗討論：

(1)由實驗結果得知，五種不同氣體的擴散時間都不相同。同樣打入10毫升的氣體而言，經由針孔擴散的時間，平均上來講，空氣為20.18秒，氧氣為21.68秒，CO₂為24.54秒，H₂為5.04秒，NH₃為14.18秒，可知擴散速率的快慢：

二氧化碳 > 氧 > 空氣 > 氨 > 氫

(2)利用壓力計來做氣體擴散的實驗，不僅使實驗的結果更加客觀，而且可準確的看出氣體擴散開始和結束，以及每次在氣體擴散以前各氣體的壓力是否一樣，擴散結束後的壓力會不會等於大氣壓力。

(3)本實驗所使用的軟管部份都必須儘量縮短，且讓軟管口徑儘量縮小，並且需要較高的柔軟性，在實驗時也必須儘可能把管內空氣排出，以減

(4)為避免橡膠軟管和實驗器材相接處會有氣體漏出，可以使用檢測瓦斯管是否漏氣相同方法，用肥皂液塗抹在接縫處，若有氣泡產生即表示有漏氣的現象，可在相接處塗抹凡士林填補縫隙。

(5)由國中理化第六章所學的氣體擴散得知，分子量愈大的氣體，擴散所需的時間愈長，但以分子量對時間作圖得到的圖形，並非是一個通過原點的直線，於是我們再將數據加以整理，並繪成擴散時間對分子量平方根的座標圖形，更可發現氣體的擴散時間和該氣體分子量的平方根成正比。將氣體的分子量與擴散時間以下列等式表示之：

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}}$$

t_1 、 t_2 分別表示氣體1及氣體2之擴散時間。

M_1 、 M_2 分別表示氣體1及氣體2之分子量。

6. 結論

(1)五種氣體的擴散時間之關係：二氧化碳 > 氧 > 空氣 > 氦 > 氫。

(2)氣體的擴散時間和它的分子量之平方根成正比。故可根據此關係式求出未知氣體的分子量，這也算是分子量的另一解法，公式如下：

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}}$$

t_1 、 t_2 分別表示氣體1及氣體2之擴散時間。

M_1 表已知氣體1的分子量。

M_2 表未知氣體2的分子量。

(3)本實驗的設備材料都容易取得，裝置簡單而且經濟，同時實驗過程又能達成多項教學目標（參考研究目的所敘述），故值得當作補充教材之用。

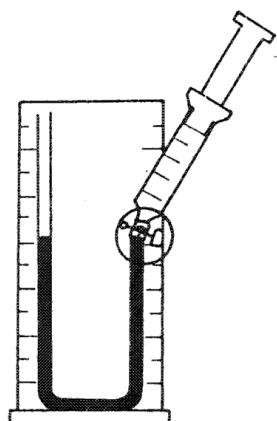
波以耳定律

1. 實驗器材：

(1)水銀壓力計 (2)50ml注射筒若干支 (3)橡皮軟管數截 (4)節流夾若干只 (5)滴管 (6)量筒 (7)化學藥品：雙氧水、二氧化錳、35%稀鹽酸、大理石碎片、鋅粒、氫氧化鈉、氯化銨 (8)濾紙 (9)手術用橡膠手套數對。

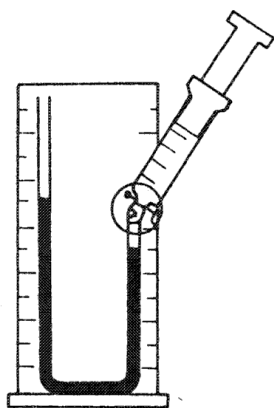
2. 實驗過程：

- (1)將注射筒活塞向外拉，抽取空氣50ml。
- (2)將此注射筒裝置於壓力計的右端玻璃管上，此時兩邊水銀柱呈水平。
- (3)慢慢將注射筒活塞向內推入5ml（即將氣體體積壓縮5ml），觀察左邊水銀柱上升了多少。
- (4)再緩慢地依序每次改變5ml的體積，分別記錄左端水銀柱上升的高度，利用 $P=hd$ ，則可求出針筒內氣體的壓力 P 。直到水銀已升高到玻璃管的上端，不能再繼續打入氣體為止。
- (5)輕輕放手讓注射筒活塞退回原位，等兩邊水銀柱等高時再小心將注射筒拆卸下來（為避免水銀柱因位能相差太大使水銀衝出造成危險）。
- (6)同上述製造氧氣、氫氣、二氧化碳和氨氣的方式，再重覆步驟(2)到(5)分別進行氣體壓力的實驗，觀察不同體與壓力之間的關係。



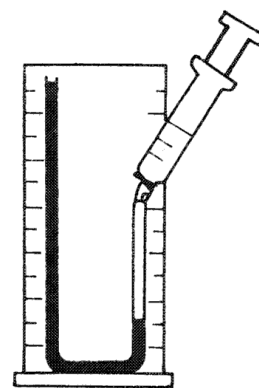
壓力計

①打入氣體前



壓力計

②開始充入氣體



壓力計

③充入一定量體積，觀察壓力變化

3.實驗結果

空氣：

	V	H	P	$P \times V$
第一次	45	3.6	0.047	2.115
第二次	40	4.2	0.055	2.2
第三次	35	4.6	0.061	2.135
第四次	30	5.4	0.071	2.13

O_2 ：

	V	H	P	$P \times V$
第一次	45	3.6	0.047	2.115
第二次	40	4.1	0.054	2.16
第三次	35	4.8	0.063	2.205
第四次	30	5.6	0.074	2.22

V：針筒內氣體體積(ml)

P : 增加壓力(atm)

H : 水銀升高量(cm)

CO₂ :

	V	H	P	P×V
第一次	45	3.1	0.041	1.845
第二次	40	3.6	0.047	1.88
第三次	35	4.2	0.055	1.925
第四次	30	5.2	0.068	2.04

H₂ :

	V	H	P	P×V
第一次	35	4.2	0.055	1.925
第二次	30	4.8	0.063	1.89
第三次	25	5.8	0.076	1.9
第四次	20	7.3	0.096	1.92

NH₃ :

	V	H	P	P×V
第一次	23	2.6	0.034	0.782
第二次	18	3.3	0.043	0.774
第三次	13	4.6	0.061	0.793
第四次	8	7.5	0.099	0.792

4. 實驗討論及結論

(1)由上述實驗則得知，一定量之氣體，若溫度保持不變改變四種不同氣體之體積，與其壓力之間的關係作圖，可得到一個近似反比的圖形，也就是針筒內氣體的體積愈小對水銀柱所造成的壓力愈大，代表其內部承受的壓力愈大。相反地，若將針筒往外拉，可以發現水銀柱的高度差變小了，代表針筒內氣體體積變大，而其內部壓力反而變小。

(2)再由PV對P或PV對V作圖，發現不管是何種氣體，不論其壓力或體積如何改變，其PV值幾乎都維持一定值。由此可驗證波以耳定律—— $PV = K$ (常數)，或 $P_1V_1 = P_2V_2$

P : 針筒內氣體之壓力

V : 針筒內氣體之體積

(3)本實驗造成誤差的原因，可能是裝置中無可避免地仍留有空氣，以致於會干擾到其他氣體的實驗結果。所以在進行實驗時，都應把裝置中有管子的部分儘量縮短。另外還須注意全部的裝置是否有漏氣，可以用肥皂水來測試，若有氣泡發生，則代表有漏氣。

(4)本實驗將課本第三章所學的大氣壓力單元加以應用，以組合出一個簡易

又方便的開口氣體壓力計，再與針筒加以銜接。可以方便地由針筒上的刻度讀出氣體體積，另一方面也可直接由水銀柱高度讀出氣體壓力，這亦是針筒在理化實驗應用上之一大妙處。

(四)改進「水的電解」實驗：

1.實驗器材：

器材名稱	數量	器材名稱	數量
整流器	1個	氫氧化鈉	1瓶
電 線	2條	天 平	1個
大燒杯	1個	火 柴	1盒
玻璃棒	1根	肥 皂 水	20ml
針 筒	2隻	延 長 線	1條

2.實驗過程

實驗(一)改良「水的電解」實驗：

步驟(1) 將整流器上的電線外塑膠皮剪，使其露出銅線3cm。

步驟(2) 把濃度0.5M的氫氧化鈉水溶液倒入大燒杯，再用針筒各吸起50ml，放入大燒杯內。（如裝置圖一）

步驟(3) 把正負極的電線，分別放入針筒內，接通電流，觀察液面下降的高度，並驗證是否為2：1。

步驟(4) 將所收集的A、B針筒，在筒口沾少許的肥皂水，再將此筒直立於桌上並壓下外筒0.5ml使筒的開口處形成小氣泡，然後用點燃的火柴靠近之，如圖二所示，比較其爆炸聲。

步驟(5) 將所收集的A、B針筒，將筒口朝向點燃的蠟燭，然後推出2ml氧氣，觀察蠟燭火焰的變化。

實驗記錄：

由針筒上的刻度清楚看出A、B的體積比為1：2
A 針筒的泡泡破裂，無任何改變 B 針筒的泡泡破裂，有爆鳴聲，有藍色火焰
A 針筒筒口蠟燭燃燒變旺 B 針筒無任何變化

P.S：當點燃的火柴靠近氣泡時，可發出爆炸聲，若氣泡體積愈大，則其爆炸聲愈大。

【註】：此爆炸聲並非很大，約與一般小氣球破掉聲略同，也不具危險性。

實驗(二)了解電流的強弱是否影響到電解的速率

步驟(1) 將整流器上的電線外塑膠皮剪，使其露出銅線3cm。

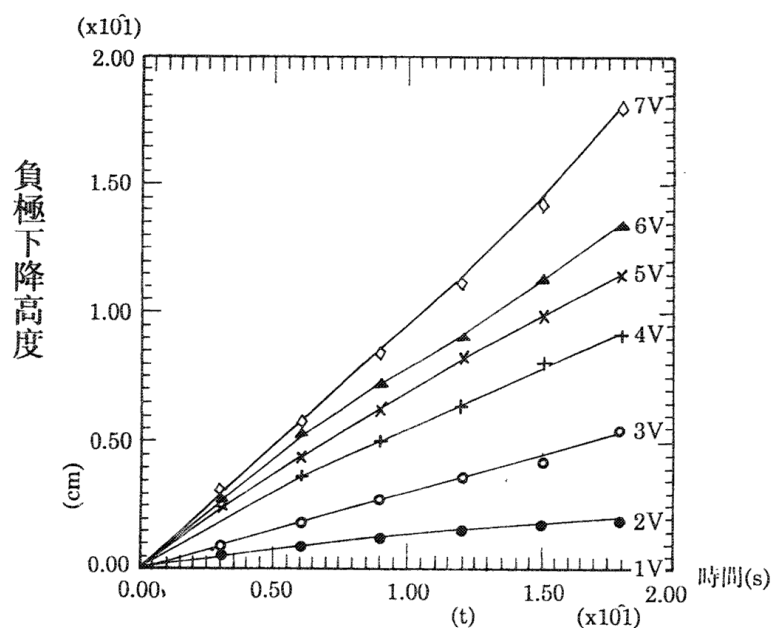
步驟(2) 把濃度0.5M的氫氧化鈉水溶液倒入大燒杯，再用針筒各吸起50ml，放入大燒杯內。

步驟(3) 把正負極的電線，分別放入針筒內，接通電流，記錄液面下降的高度於表(-)中。

步驟(4) 分別將整流器轉到1V、2V、3V、4V、5V、6V、7V，重覆操作步驟(1)~(3)，記錄於表(-)中，並作圖表示。

實驗記錄：

	三		六		九		十二		十五		十八	
	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4	0.7	0.6	1.1	0.7	1.3	0.9	1.7	1.0	1.8	1.1	2.0
3	0.5	1.0	0.9	1.8	1.4	2.8	1.9	3.8	2.2	4.3	2.7	5.5
4	1.3	2.4	2.0	3.9	2.7	5.0	3.3	6.4	4.2	8.1	4.7	9.2
5	1.5	2.5	2.3	4.4	3.2	6.3	4.2	8.3	5.0	9.9	5.7	11.5
6	1.6	3.0	2.0	5.4	3.7	7.2	4.8	9.0	5.8	11.4	6.8	13.5
7	1.6	3.1	3.0	5.9	4.2	8.5	5.6	11.3	7.1	14.3	9.1	18.2



實驗(三)了解兩個電極間的距離對電解的速率是否有影響。

步驟(1) 重覆操作實驗(一)步驟(1)–(3)，但將銅線間的距離改為2CM，電流開至4V。

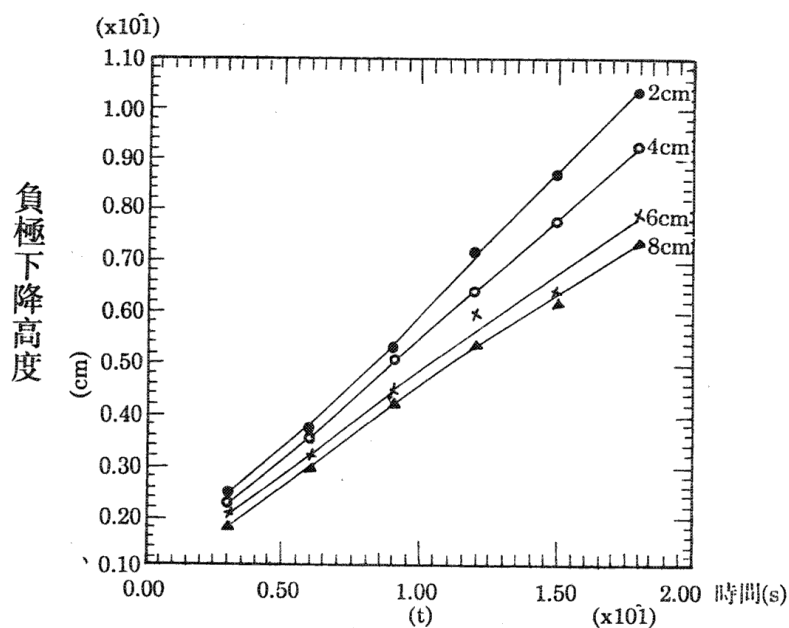
步驟(2) 把銅線間的距離分別改為4CM、6CM、8CM重覆步驟(1)，記錄結果於表(二)中。

實驗記錄：

(表二)

	三		六		九		十二		十五		十八	
	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負
二	1.3	2.4	1.8	3.7	2.6	5.3	3.4	7.2	4.1	8.7	5.0	10.4
四	1.1	2.2	1.8	3.5	2.5	5.1	3.2	6.4	3.8	7.8	4.6	9.3
六	1.1	2.0	1.6	3.2	2.2	4.5	2.9	6.0	3.3	6.4	3.9	7.9
八	1.0	1.8	1.5	3.0	2.0	4.3	2.7	5.4	3.1	6.2	3.5	7.4

(作圖如下)



實驗(四)了解電解質的莫耳濃度是否影響到電解的速率。

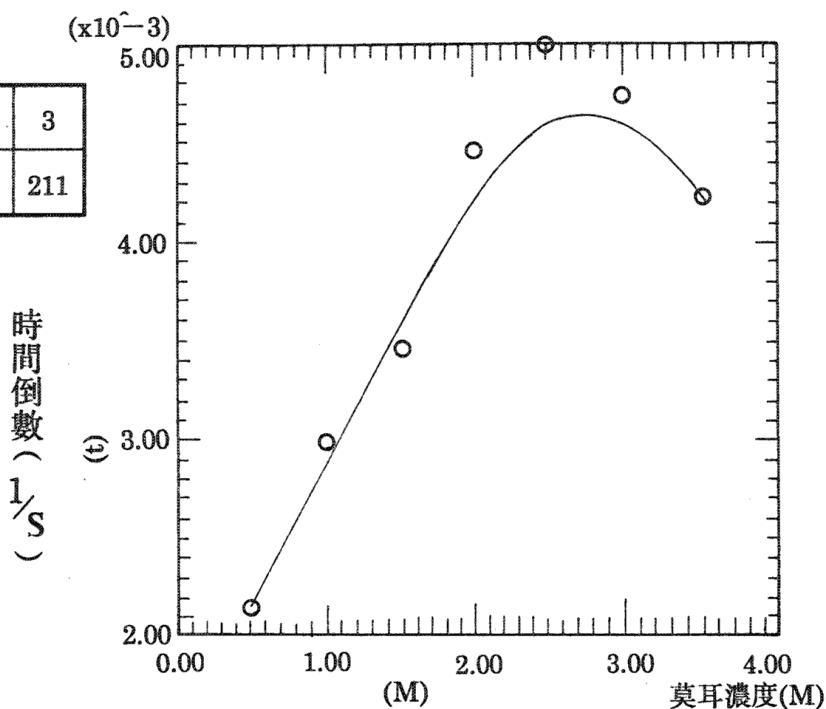
步驟(1) 重覆操作實驗(一)步驟(1)–(3)，但將電流改至9V，將結果記錄於表(三)。

步驟(2) 把氫氧化鈉水溶液的莫耳濃度分別改為1M、1.5M、2M、2.5M、3M，重覆操作步驟(1)，並將結果記錄於表(三)。

實驗記錄：

(表三)

莫耳濃度 (M)	0.5	1	1.5	2	2.5	3
時間 (秒)	468	334	289	224	200	211



3. 實驗討論

- (1)在實驗(一)中，因為我們知道氧有助燃性，所以斷定A針筒所收集的氣體為氧，並且知道氫無助燃性，靠近火有爆鳴聲，和藍色火焰，所以我們肯定B針筒所收集的氣體為氫，並由刻度清楚看出氫氧的體積比為2:1。
- (2)在實驗(二)中我們把通入電流強弱變換以了解電流的強弱對產物的產生速率的影響，如果將結果畫成曲線圖，如圖(一)，便可明顯的看出電流越強，產物產生的速率越快。
- (3)在實驗(三)中也是一樣，把電極的距離縮短可使電解速率變快。將結果畫成曲線圖，如圖(二)，可發現電極的距離與電解速率成反比關係。
- (4)在實驗(四)中，我們是將電解質的濃度加以改變，以知道莫耳濃度對電解速率的關係，如果將實驗的結果畫成柱形圖，如圖(三)便可知道如果濃度太高或太低都會使電解的速率變慢，所以濃度要恰好才好(超過2.5M速率會漸慢)。

4. 實驗結論：

由實驗得知，針筒和整流器都比原先的試管和電池組來的方便多了，因為電池組常會漏電，而且水銀電池會造成公害，對大自然非常不好，而針筒所收集的氣體卻不易跑走，而且上面有刻度，可以清楚看出氫氧體積比，所以用針筒代替試管，整流器代替電池組，便是「水的電解」最佳儀器。將電解實驗中的各項變因分別改變，便發現電流越強和電極之間的距離越

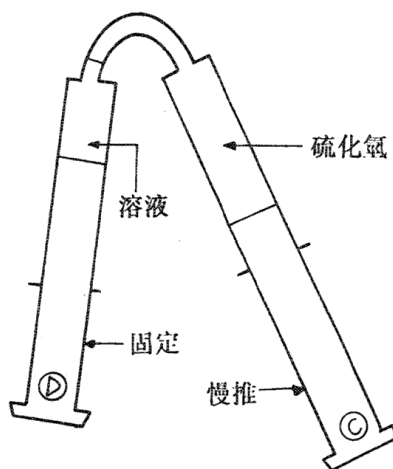
將電解實驗中的各項變因分別改變，便發現電流越強和電極之間的距離越短，電解的反應速率越快，但是濃度越高，反應速率不一定越快。經由我們實驗發現，氫氧化鈉莫耳濃度只要超過2.5M，反應速率便會漸漸慢下來，原因是因為在「水的電解」實驗中，加入氫氧化鈉的目的是幫助導電，因此氫氧化鈉的濃度會影響反應速率，而強電解質的解離度會隨濃度越大而慢慢變小，所以要離子濃度要最大時，反應速率會最快，而氫氧化鈉的濃度就要恰到好處，根據實驗數據來看，氫氧化鈉的濃度以2.5M為最理想。

(五) 塑膠針筒的推廣實驗：

1. 沉澱作用（可應用在理化8-4的碘化鉛沉澱實驗）

(1) 實驗步驟：

取一支10ml硫化氫收集筒C並套緊一條細口軟管。另取一支10ml注射筒D，筒內抽取3.0ml醋酸鉛溶液並與C筒互相連接，將兩筒控制呈倒V型，然後將C筒的氣體慢慢地推到D筒，如圖8所示，觀察D筒內溶液變化。以相同的方法，再試以硝酸鋅、硝酸鎘、硝酸亞錫和硝酸亞錳等溶液。



圖五 沉澱作用和擴散現象的裝置

(2) 實驗結果：

若慢慢地將硫化氫推到D筒的各種溶液，則可明顯地見到各種不同顏色的沈澱物擴散到溶液中，其擴散圖案非常漂亮。

【註】：各種沈澱物的顏色如下：PbS—黑色，ZnS—白色，CdS—橙色，SnS—黃色，MnS—灰色。

2. 非均勻相催化作用：（可應用在理化有關催化劑的實驗上）

(1) 實驗步驟：

取一支10ml注射筒C，筒內抽取二氧化硫和硫化氫各5.00ml並在筒口套

緊一條夾著節流夾的細口軟管，靜置10分鐘，觀察筒內有無變化？另取一支10ml注射筒D，筒內抽取3ml水並與C筒互相連接，然後打開節流夾並慢慢地推D筒的水2—3滴到C筒，再關上節流夾，觀察筒內的變化。

(2)實驗結果：

未含水滴的C筒，靜置十分鐘後仍然沒有變化。當推D筒的水2—3滴到C筒時，立刻出現淡黃色固體物且C筒的體積縮小。

【註】：催化作用可分為均勻相催化作用和非均勻相催化作用，前者是指反應系統中的反應物和催化劑為相同相之催化作用，如 $O_2 + 2SO_2 \rightarrow 2SO_3$ 屬之；後者是指反應系統中的反應物和催化劑為不同相之催化作用，如 $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ 以及本實驗 $8SO_2 + 16H_2S \rightarrow 3S_8 + 16H_2O$ （ S_8 為淡黃色）均屬之。

除了上述列舉的幾個理化性質實驗之實例外，尚可應用於下列實驗(一)壓力對於氣體溶解度的影響，(二)勒沙特列原理：溫度和壓力對於化學平衡的影響，(三)減壓下溶液的沸騰以及(四)各種氣體的密度大小排序等等，均有明顯的實驗效果而且操作簡易，因此利用塑膠注射筒實在可以進行很多氣體的理化實驗。

四、結語

塑膠注射筒價格便宜且樣式多，可組合成透明的密閉系統裝置，在進行氣體的理化性質實驗時，裝置組合簡易且操作時間不長，藥品使用量少可避免環境污染，均是其優點，是故若能善加利用於理化實驗中，則誠為一種良好的理化實驗工具。

在上述的實驗中，我們利用針筒所設計的簡易裝置，確實具有操作容易，安全性較高……的功用，而且準確度亦相當高，值得廣泛推廣。

五、參考資料

- 1.國中理化課本(1)–(2)冊
- 2.科學教育月刊第158期 P61–P70
- 3.科學教育月刊第164期 P41–P48
- 4.中小學科展作品專輯第三十一屆 P41–P47

評 語

本研究用非常普通的塑膠針筒可做很多的化學實驗（如氣體收集、氣體溶解度、氣體擴散速率及電解等等）非常難能可貴，惟過去國中化學實驗亦使用注射筒，如能參考其優劣並能改進使實驗精確度更大那會更好。