

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 化學科

030215

嘉義縣私立協同高級中學

指導老師姓名

郭建載

陳坤賢

作者姓名

林宛妘

曾琮桓

林杰

黃瓊儀

「氫」輕的飛走了

壹、摘要

我們將內充空氣、氫氣、氧氣及二氧化碳的氣球體積分別為 60×30 cc、60×25 cc、60×20 cc、60×15 cc、60×10 cc 五種，利用內充不同氣體的相同氣球比較體積的減少(收縮速率的不同)來證明『氫』分子真的是很小。

貳、研究動機

在理化 8-1 的時候，老師提到了各種氣體的性質及分子大小，其中以『氫』的分子為最小，加上在婚宴中的氣球上飄到天花板，經一段時間後便降下來，可能是因為氣球中的氣體散逸而造成浮力減少的關係，所以我們想到以氣球的收縮程度來證明『氫』分子真的是很小。

參、研究目的

1. 探討相同氣體、不同充氣量的氣球收縮速率。
2. 探討相同充氣量、不同氣體的氣球收縮速率。

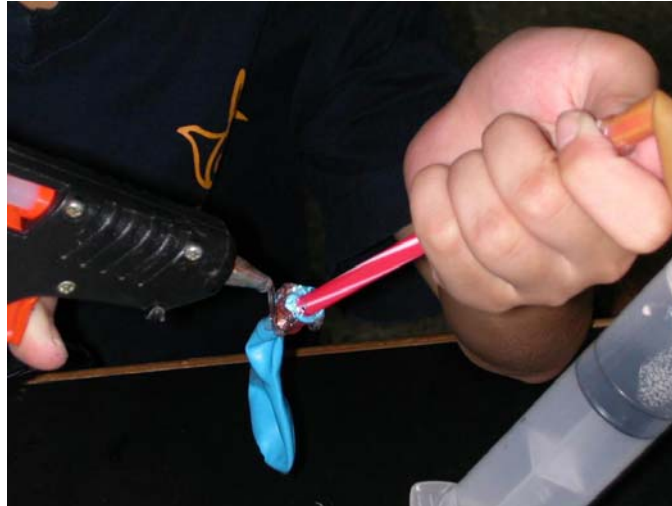
肆、研究設備及器材

燒杯 1 0 0 0 cc	2 個	二氧化錳	1 瓶
燒杯 5 0 0 cc	4 個	氣球	3 盒
燒杯 1 0 0 cc	2 個	吸管	2 包
塑膠桶 2 0 0 0 cc	2 個	熱熔槍	3 支
熱熔膠	1 包	有側管的錐形瓶	2 個
止血帶	6 條	橡皮管	4 條
三通	2 5 個	鹽酸	4 瓶
針筒	2 5 支	大理石	1 瓶
水槽	4 個	鋅粒	1 瓶
雙氧水	1 瓶		

伍、研究過程

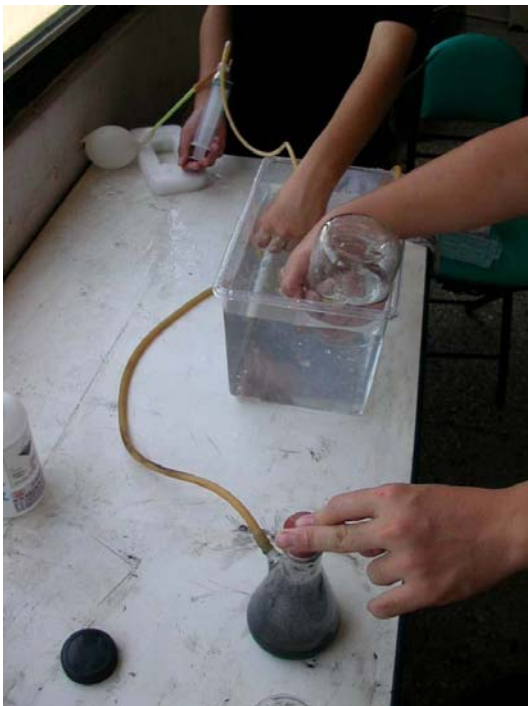
一、 自製氣體收集器

- (一) 將每一顆氣球與一支吸管以熱熔膠固定在一起。
- (二) 用熱熔膠連接針筒、三通管、細橡皮管至上個步驟完成之一個氣球（如圖（一））。



圖（一）將氣球與吸管以熱熔膠固定

- 二、 收集氣體:用排水集氣法製造收集氫氣、二氧化碳、氧氣，將氣體冷卻一小時以上（如圖（二）、（三））。



圖（二）用排水集氣法製造收集氧氣



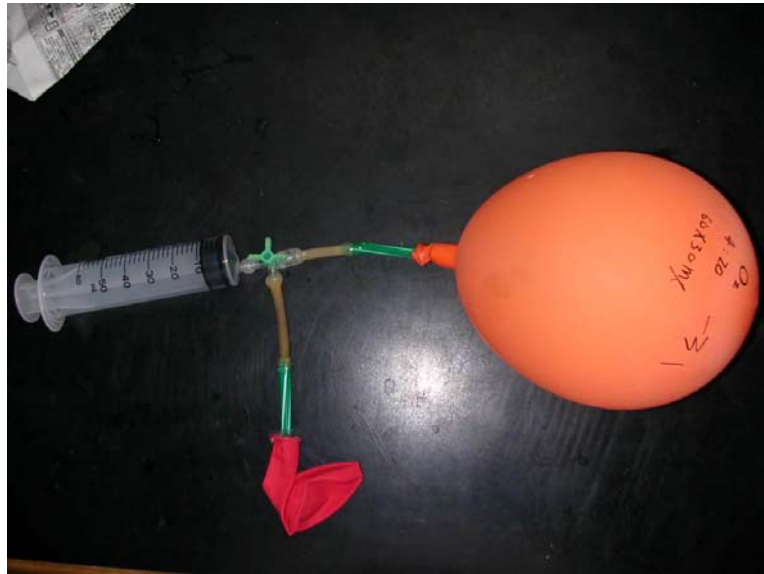
圖（三）將氣體冷卻

三、 灌入氣體

- 用以60 c.c.為單位的針筒分別打30、25、20、15、10次將氣體灌入氣球（如圖（五））。

四、 測試氣球

在三通管的另一邊再接上一顆測試氣球的收縮速率的氣球，以灌入氣球的氣體體積為測量標準，分別測試各個氣球的收縮速率五個小時。

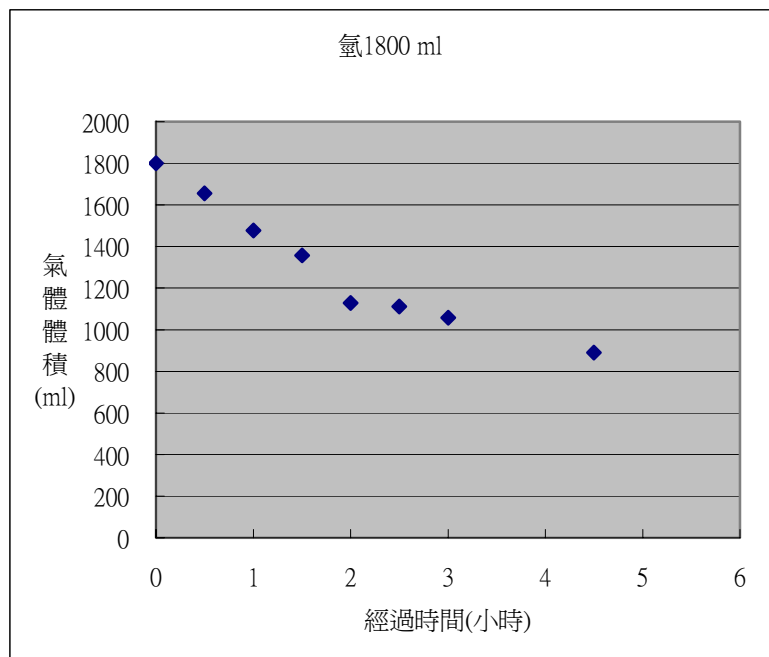


圖（四）灌氣後的氣球

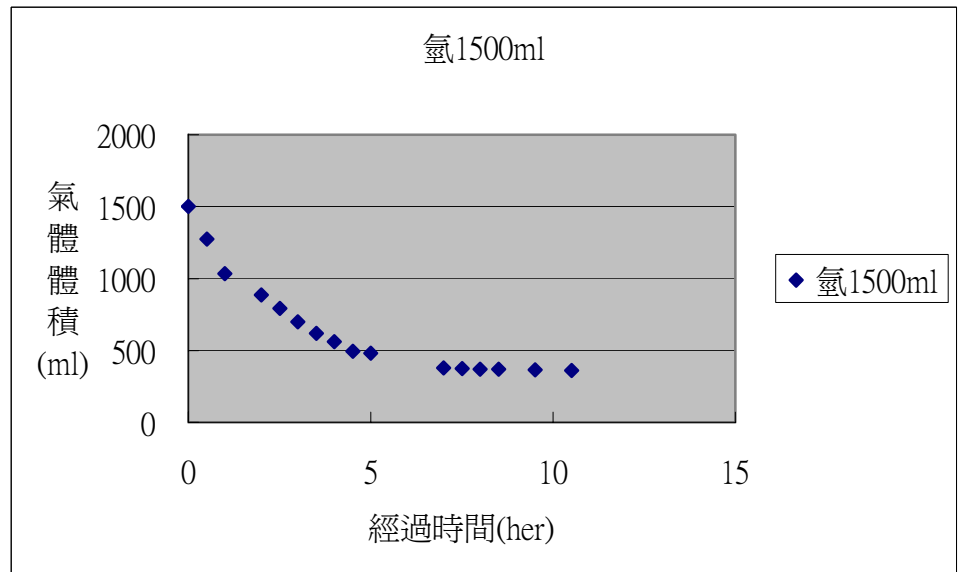
陸、研究結果

一、 氫氣的實驗結果

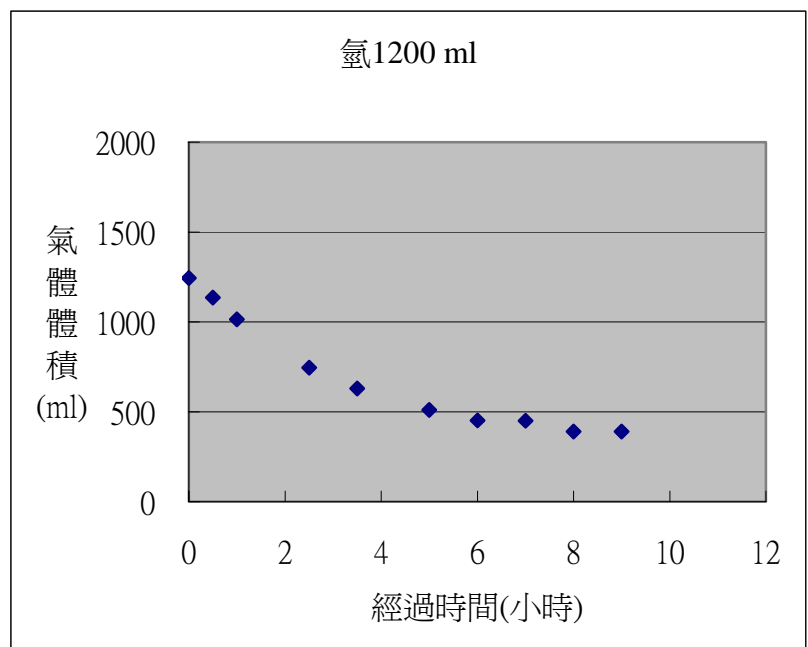
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1800
0.5	1656
1.0	1478
1.5	1358
2.0	1128
2.5	1112
3.0	1058
4.5	890



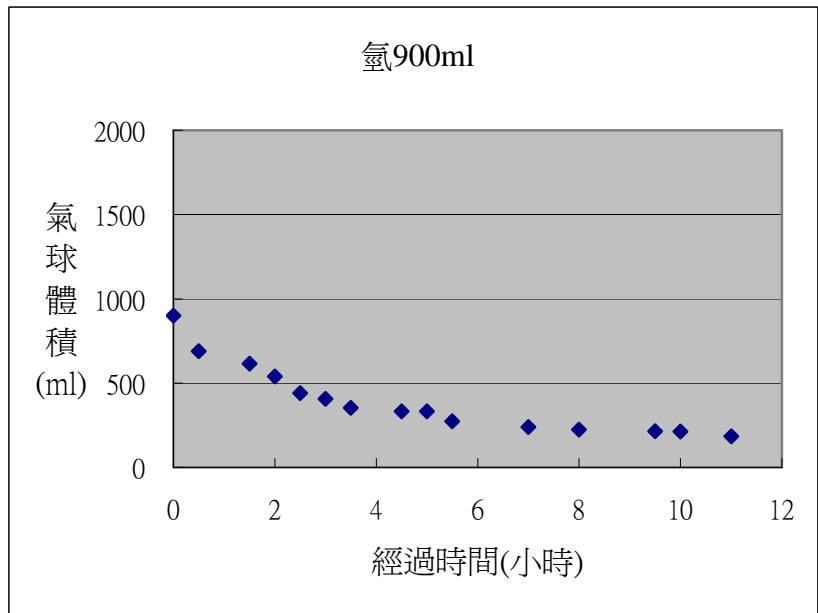
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1500
0.5	1272
1.0	1033
2.0	885
2.5	793
3.0	699
3.5	619
4.0	563
4.5	495
5.0	479
7.0	380
7.5	376
8.0	370
8.5	368
9.5	364



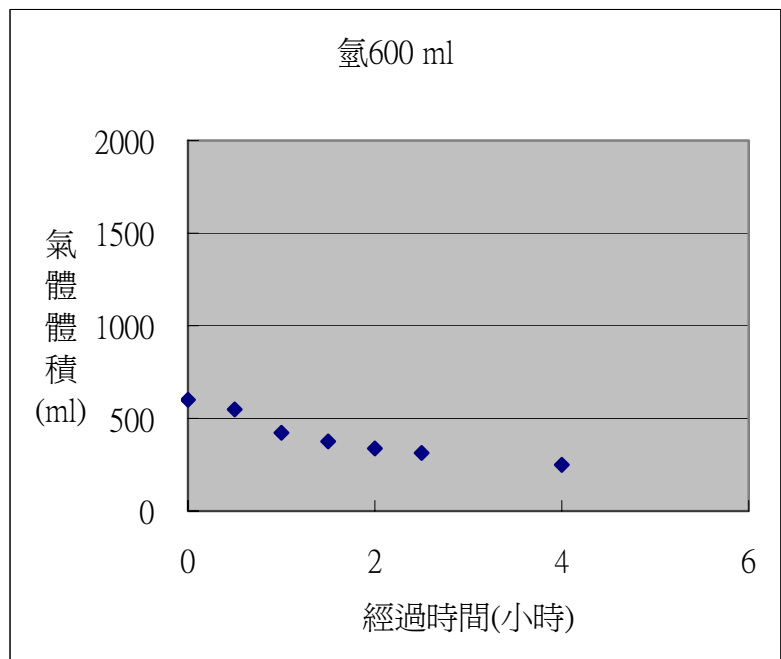
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1244
0.5	1136
1.0	1014
2.5	746
3.5	630
5.0	510
6.0	452
7.0	450
8.0	390
9.0	390



經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	900
0.5	690
1.5	616
2.0	540
2.5	440
3.0	406
3.5	354
4.5	332
5.0	332
5.5	274
7.0	240
8.0	224
9.5	214
10.0	212

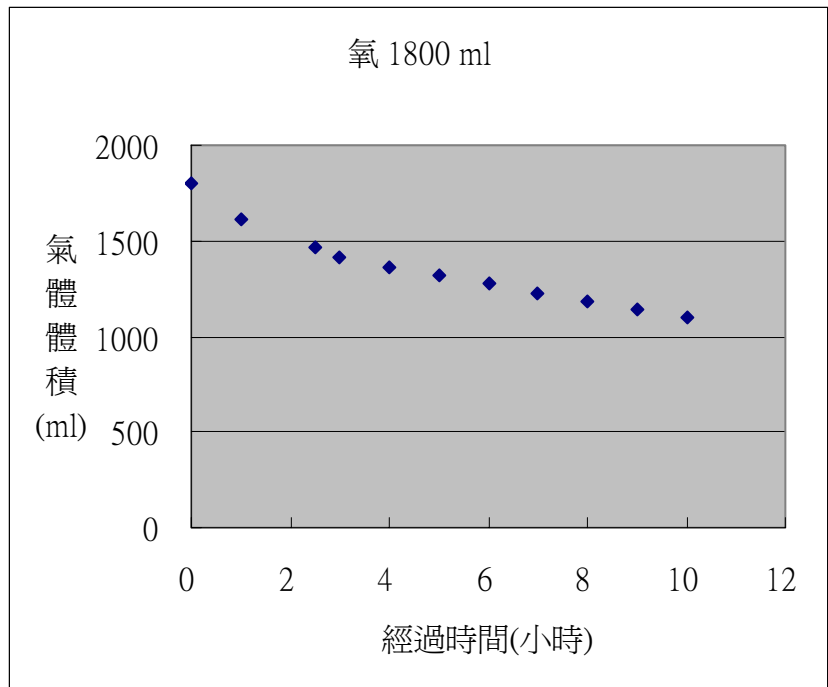


經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	600
0.5	548
1.0	422
1.5	376
2.0	338
2.5	314
4.0	250

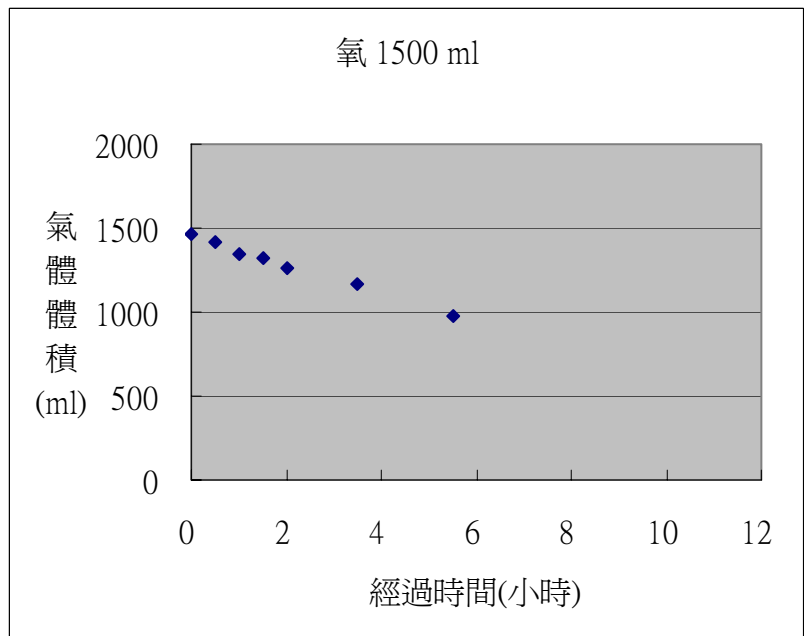


二、氧氣

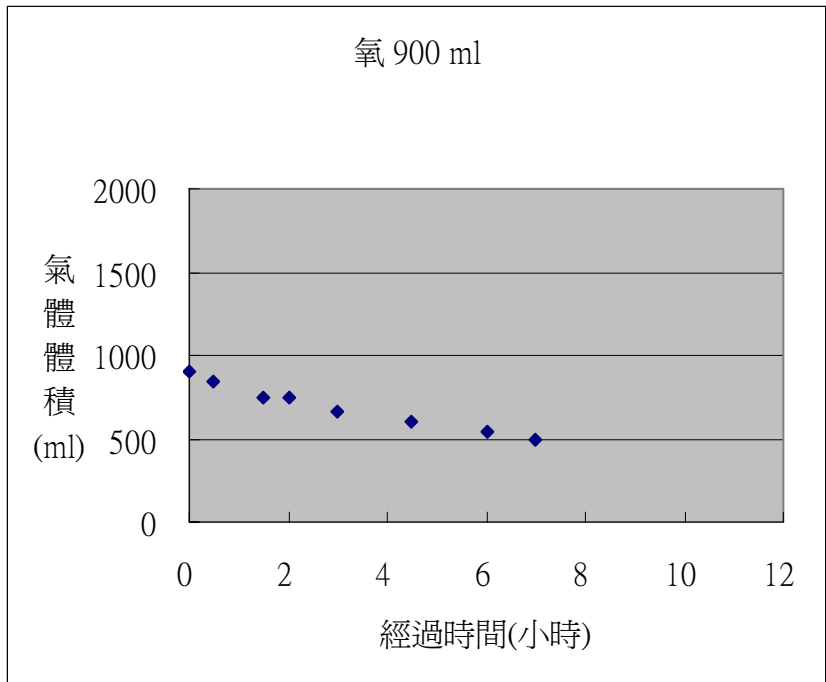
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1800
1.0	1617
2.5	1470
3.0	1417
4.0	1363
5.0	1317
6.0	1274
7.0	1220
8.0	1180
9.0	1143
10.0	1098



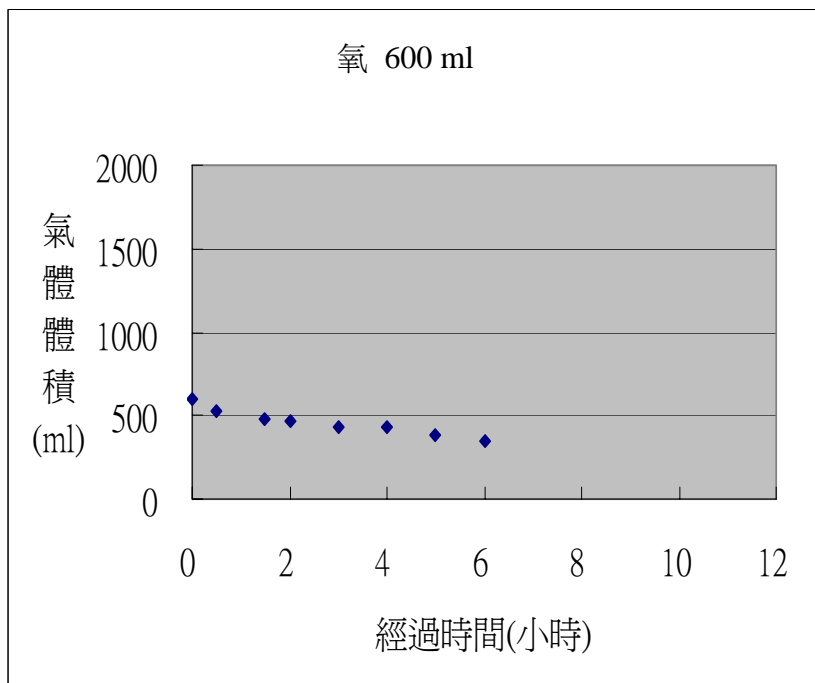
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1466
0.5	1412
1.0	1350
1.5	1320
2.0	1262
3.5	1170
5.0	976



經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	900
0.5	842
1.5	750
2.0	750
3.0	662
4.5	602
6.0	542
7.0	500

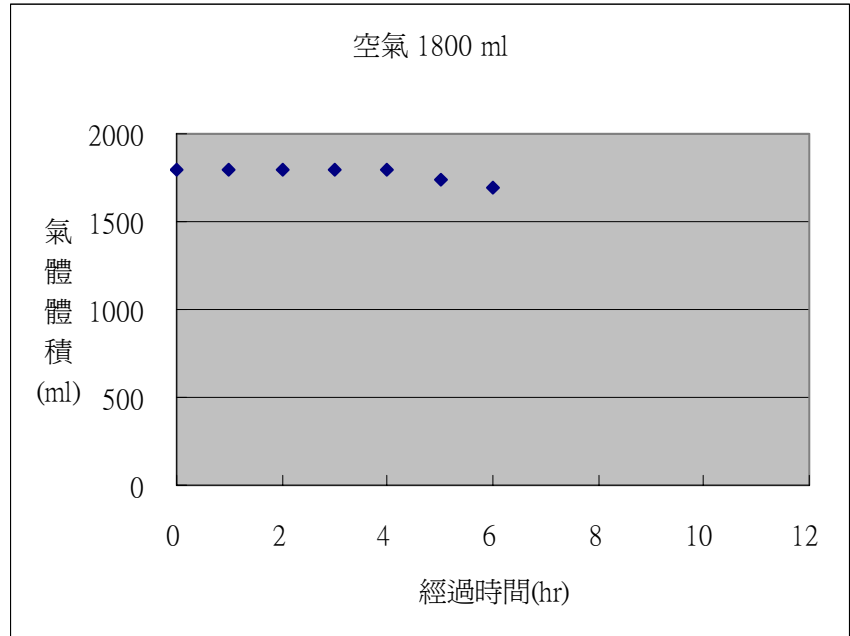


經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	600
0.5	528
1.5	474
2.0	470
3.0	428
4.0	432
5.0	378
6.0	348

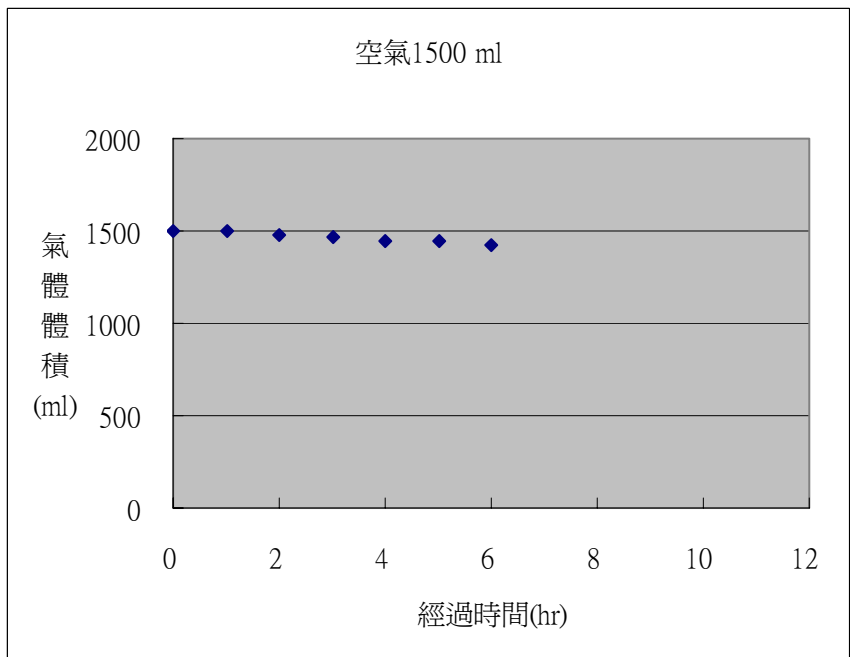


三、空氣

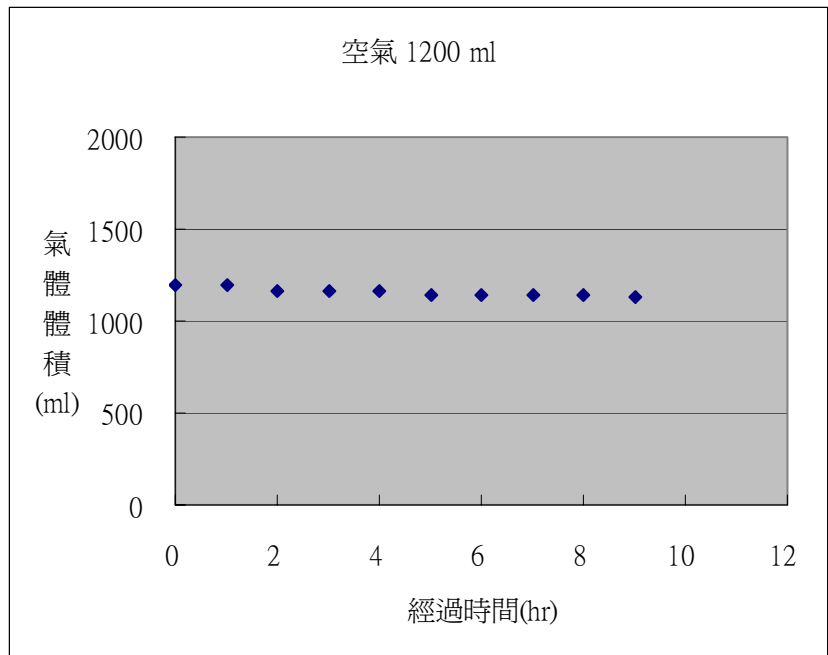
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1800
1.0	1800
2.0	1800
3.0	1800
4.0	1800
5.0	1743
6.0	1692



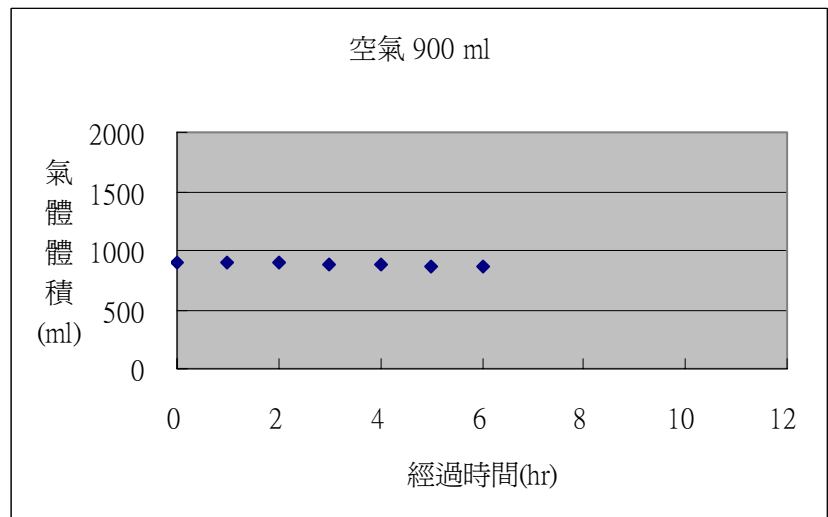
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1500
1.0	1500
2.0	1478
3.0	1468
4.0	1450
5.0	1442
6.0	1424



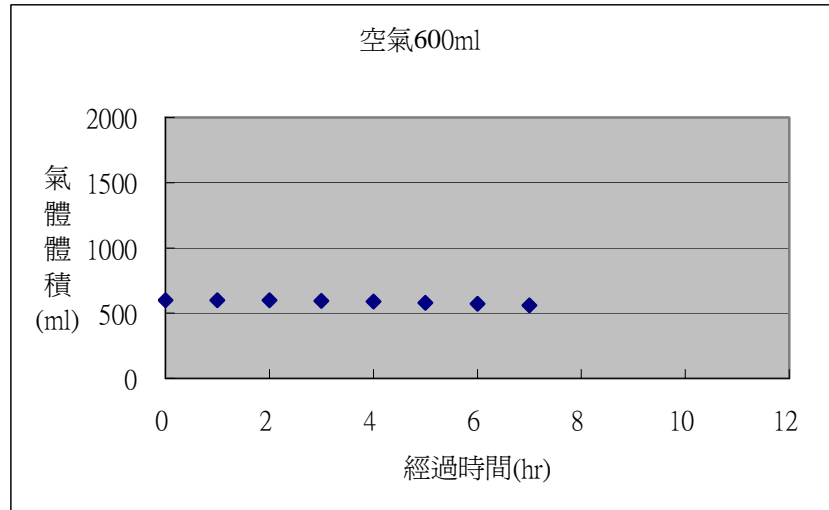
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1200
1.0	1200
2.0	1165
3.0	1160
4.0	1160
5.0	1144
6.0	1144
7.0	1140
8.0	1140
9.0	1131



經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	900
1.0	900
2.0	890
3.0	886
4.0	880
5.0	872
6.0	868

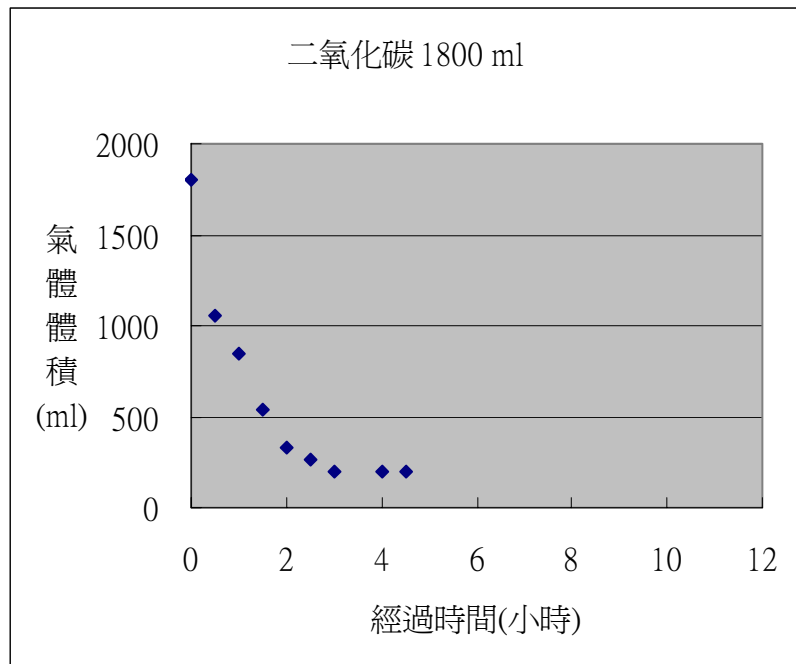


經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	600
1.0	600
2.0	600
3.0	594
4.0	590
5.0	578
6.0	572
7.0	560

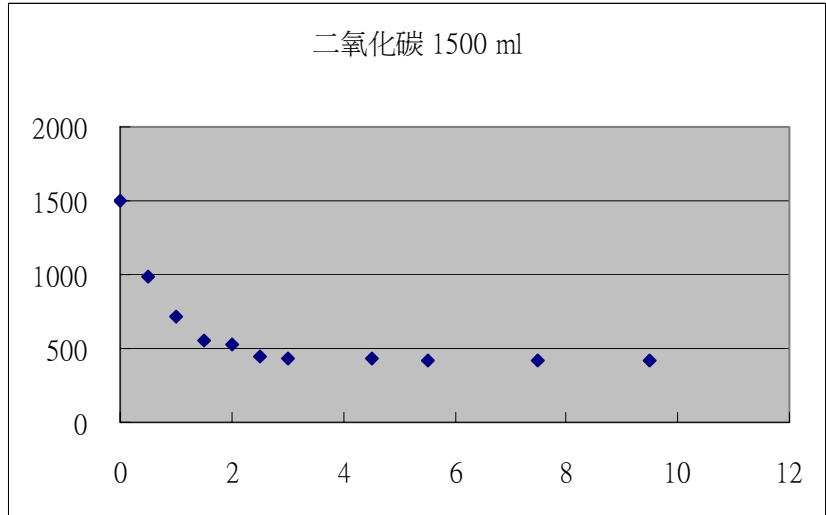


四、 二氧化碳

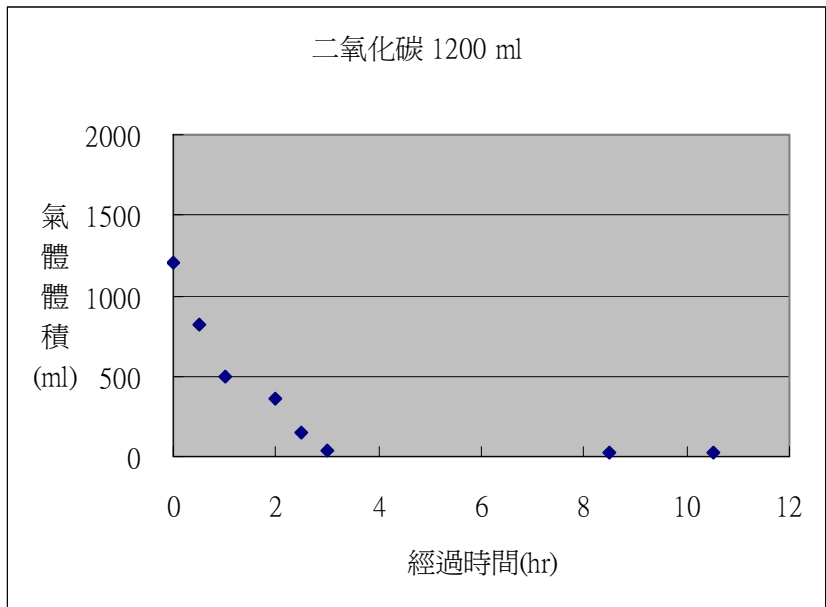
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1800
0.5	1058
1.0	841
1.5	540
2.0	330
2.5	260
3.0	196
4.0	196
4.5	196



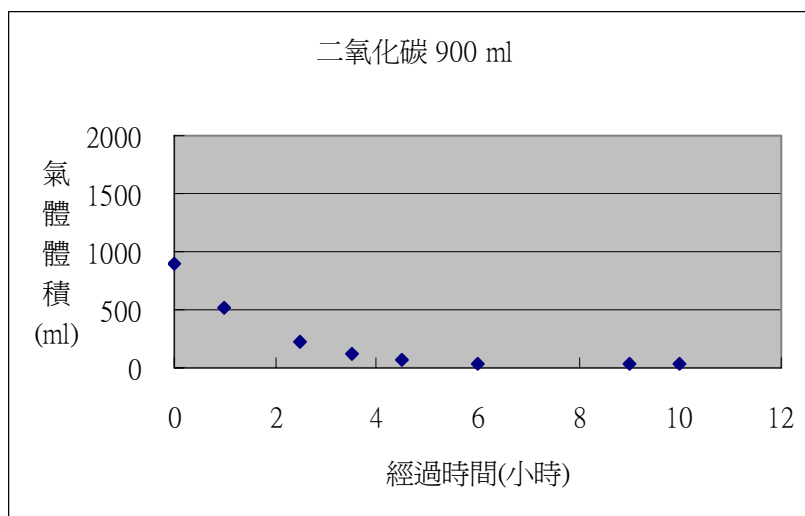
經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1500
0.5	990
1.0	710
1.5	560
2.0	524
2.5	440
3.0	430
4.5	428
5.5	424
7.5	422
9.5	420



經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	1200
0.5	823
1.0	494
2.0	363
2.5	150
3.0	35
8.5	23
10.5	23



經過時間 (小時)	氣體體積 (ml)
0.0	900
1.0	519
2.5	218
3.5	120
4.5	63
6.0	32
9.0	32
10.0	30



柒、討論

- 一、 氣體分子越小，越能穿過球皮的細微小孔而散逸在空氣中，氣球收縮越快。
- 二、 氣球脹得越大，球皮變得越薄，表面積越大、球皮的細微小孔變得越大，氣體越能穿越。
- 三、 我們定義：『氣球收縮量 = 原本體積-最後體積』；收縮速率則不好定義，有平均收縮速率、瞬時收縮速率之分，最後決定以前 2.5 個小時的變化率來表示，因此時所有氫氣球的變化都趨於平緩，故定義：『前 2.5 個小時的平均收縮速率 = $\frac{\text{原本體積} - 2.5\text{小時體積}}{2.5}$ ml/hr』。

氫氣球	2.5 小時後體積	2.5 小時收縮量	收縮比例	前 2.5 個小時的平均收縮速率
原體積 1800ml	1112ml	688ml	38%	275 ml/hr
原體積 1500 ml	793ml	707ml	47%	283 ml/hr
原體積 1244 ml	746ml	498ml	40%	199 ml/hr
原體積 900ml	440ml	460ml	49%	184 ml/hr
原體積 600ml	314ml	286ml	52%	114 ml/hr

以原體積為 1500 ml 的氫氣球為例：一開始氣球很明顯的變小，前 2.5 個小時的平均收縮速率為 283 ml/hr，之後氣球的變化趨於平緩，體積大約在 793 ml 左右，2.5 小時收縮量為 707 ml。

四、比較各氫氣球的收縮量及收縮速率：氣球越大者，平均收縮速率也越大。如原體積 1500 ml 氣球最後縮成 793ml，收縮比例為 4.7 成。

這可能有幾個原因：

- (一) 氣球漲得越大，球皮變得越薄，表面積越大、球皮的細微小孔變得越大，氣體越能穿越。
- (二) 氣球漲得越大，球皮的張力越大，收縮擠壓的力越大，如此更加速氣體的散逸。

五、比較各氣球的收縮速率：

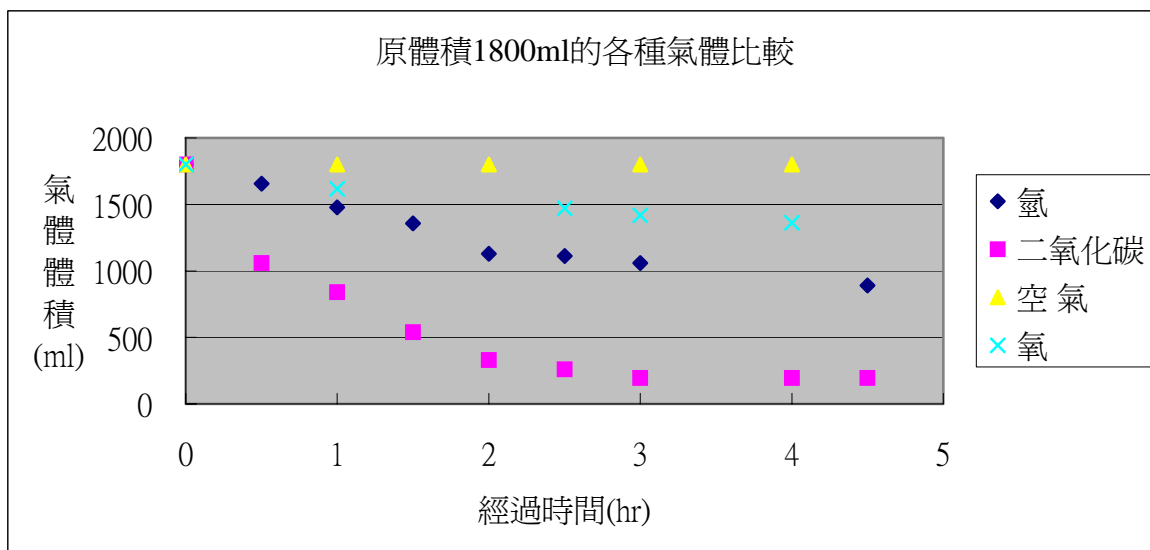
氧氣球	2 小時後體積	2 小時收縮量	收縮比例	前 2 個小時的平均收縮速率
原體積 1800ml	1470ml	330ml	18.3%	165ml/hr
原體積 1466 ml	1262ml	204ml	13.9%	102ml/hr
原體積 900ml	750ml	150ml	16.7%	75ml/hr
原體積 600ml	470ml	130ml	21.7%	65ml/hr

空氣球	6 小時後體積	6 小時收縮量	收縮比例	前 6 個小時的平均收縮速率
原體積 1800ml	1692ml	108ml	6.0%	18ml/hr
原體積 1500 ml	1442ml	58ml	3.9%	9.7ml/hr
原體積 1200 ml	1144ml	56ml	4.7%	9.3ml/hr
原體積 900ml	868ml	32ml	3.6%	5.3ml/hr
原體積 600ml	572ml	28ml	4.7%	4.7ml/hr

二氧化碳氣球	2.5 小時後體積	2.5 小時收縮量	收縮比例	前 2.5 個小時的平均收縮速率
原體積 1800ml	260ml	1540ml	85.6%	616ml/hr
原體積 1500 ml	440ml	1060ml	70.7%	424ml/hr
原體積 1200 ml	150ml	1050ml	87.5%	420ml/hr
原體積 900ml	218ml	682ml	75.8%	272ml/hr
原體積 600ml	220ml	380ml	63.3%	152ml/hr

從上列表格我們發現，不論是氧氣、空氣或二氧化碳，氣球越大者，平均收縮速率也越大，與氫氣球結果相同。(各氣球因為測量時間的關係，各氣體無法採用相同的時間，因此選擇 2 小時、6 小時、2.5 小時)

六、從收縮比例來看，氫氣球約為 4~5 成，氧氣約為 1~2 成，空氣約為 0.5 成，所以氫氣 > 氧氣 > 空氣。以 1800ml 為例，如下圖所示，氫氣 > 氧氣 > 空氣。



七、從平均收縮速率來看，氫氣的收縮速率約為氧氣的兩倍，約為空氣的 4 倍，所以仍是氫氣 > 氧氣 > 空氣。

八、從六、七兩點來看，都可以發現氫是比較小的分子。

九、二氧化碳的數據相當奇特，收縮速率遠超乎我們的想像。我們重複了 4 次以上的實驗，所得的結果仍是如此快速。我們猜測此結果應不是分子大小的關係，而是跟二氧化碳溶於水形成酸性有關。實驗中雖極力避免液體跑入氣球中，但或多或少仍有少許的液體在氣球中，此時酸性的水溶液會腐蝕氣球，造成球變薄，致使二氧化碳快速散逸。

捌、結論

一、氣球越大者，收縮量及平均收縮速率也越大。

二、氫氣球的收縮量及平均收縮速率都最小，證實出氫氣分子“ H_2 ”是很小的。

玖、參考資料及其他:

國中理化 第一冊 2-1 第二冊 8-1 國立編譯館主編

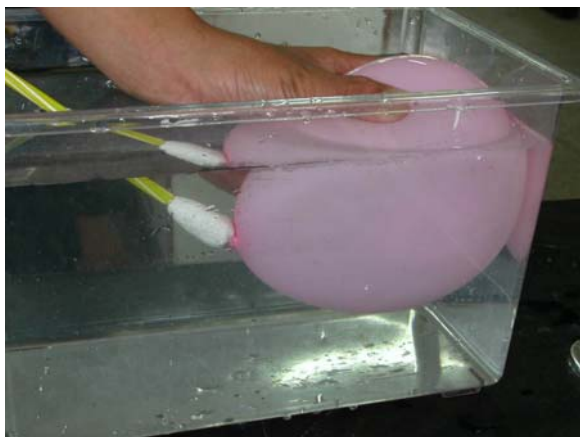
註一：我們曾經試用教科書上的排水集氣法來做，但因壓力的關係，會使錐形瓶裡的溶液回衝，導致無法收集較多的氣體，所以我們改用較簡單的裝置，我們去除薊頭漏斗，只用瓶塞將錐形瓶塞住。

註二：比較空氣、氧氣、氫氣的實驗結果，我們發現：第一次實驗時，我們將大理石、鋅粒放入針筒內，再用針筒將鹽酸抽入與其反應出二氧化碳及氫氣，並在氣球上作記號以測量其記號長度（氣球脹得越大，記號也就越長）。但後來發現氣體溫度會影響膨脹量的多少，故將製造氣體的方式改為排水集氣法，將氣體收集入燒杯後再灌入氣球。

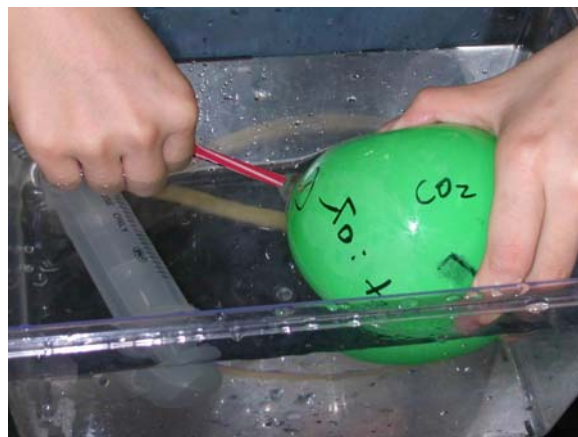
註三：在收集氣體時，因大部分的反應為放熱反應，會使水蒸發成爲水蒸氣，故需經一小時冷卻，使水蒸氣凝結成水，確保收集到的氣體純度，並降低氣體溫度至室溫。

註四：我們原本是以記號的長度來表示氣球的大小，但實驗中發現，各個氣球的收縮形狀不同會影響到記號長度的準確度，造成體積較小的氣球卻有較長的記號長度。所以改採用測量體積的方法，以免氣球膨脹不均之虞。

註五：在漏氣方面，我們下了很大的功夫來改善，以前有使用過黏土、保麗龍膠、橡皮筋等來防止漏氣，但後來發現用熱溶膠最省時、省事，而且效果又很好。在可能會漏氣的地方，如：氣球與吸管、吸管與橡皮管、橡皮管與三通管、三通管與針筒等連接處，皆用熱溶膠黏過，並放到水裡檢驗，以確保無漏氣之虞（如圖（五）、（六））。



圖（五）放到水裡檢驗有無漏氣



圖（六）檢驗有無漏氣

註六：當接上第二顆氣球時，氣球內難免會有些許空氣，雖會造成誤差，但因空氣總量只佔氣球內總體積的一點點，故影響不大。

註七：這個題目看似簡單，實際上做起來卻是困難重重，每次實驗總會發現新的問題，不斷的克服後，才有今天的成果，但暑假的前兩個星期就在實驗中過去了。加上每次測量都要好幾個小時，晚上都要熬夜才能量到數據，真是讓我們徹底體驗到實驗的辛苦！但有成果後，我們想這些都是值得的啦！

評語

030215 國中組化學科

氫輕的飛走了

有創意設計，但變因控制待深究獨立性。